

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

Information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C., Sec. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

C-O-N-F-I-D-E-N-T-I-A-L

25X1

COUNTRY USSR

REPORT

SUBJECT Soviet Posters and Pamphlet Dealing with DATE DISTR. 12 November 1958
Telegraphic Equipment, Civil Defense,
Ship Models, and Atomic and Nuclear Energy NO. PAGES 1

REFERENCES

RD C-1783

DATE OF
INFO.PLACE &
DATE ACQ.

25X1

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

Russian-language publications

25X1

1. Three posters published in 1951 and showing diagrams of telegraphic equipment.
2. Eight civil defense posters published in 1956-1957, and dealing with measures to be taken against fire and military, nuclear, and bacteriological warfare. A diagram of American aerial incendiary bombs is included.
3. Two posters published in 1955, describing rubber-band-powered models of various Soviet naval vessels.
4. Sixteen posters and one pamphlet published in 1956-1957, and dealing with various aspects of atomic energy and nuclear reactors. A diagram of an atomic power station is included.

When separated from the covering report, the attachments may be considered as UNCLASSIFIED.

25X1

ATTACHMENT(S)
MICROFILMED
NOT

C-O-N-F-I-D-E-N-T-I-A-L

25X1

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI		AEC	X	ORR/EV	X		
(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".)															

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

25X1

Page Denied

Next 2 Page(s) In Document Denied

**ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО
ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ**

Кандидат физико-математических наук

Н. Ф. НЕЛИПА

**АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ
и
ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ
(ПОЯСНЕНИЕ К СЕРИИ ПЛАКАТОВ)**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
МОСКВА 1957**

ВВЕДЕНИЕ

Основными источниками энергии в наши дни являются уголь, нефть, газ, гидроэнергия. Запасы названных источников хотя и велики, но все же ограничены. Перед некоторыми странами уже сейчас стоит задача — найти и использовать другие источники энергии. Важная роль в решении этой задачи принадлежит атомной энергии.

Использование атомной энергии — замечательное достижение современной науки, благодаря которому человечество получило в свое распоряжение громадные энергетические ресурсы.

Советский Союз приступил к выполнению грандиозной программы по использованию атомной энергии для мирных целей. В 1954 году в СССР была введена в действие первая в мире атомная электростанция. В шестом пятилетнем плане намечается строительство атомных электростанций общей мощностью 2—2,5 миллиона киловатт. Развертываются также работы по созданию атомных силовых установок для транспортных целей и ледокола с атомным двигателем. Широкое использование атомной энергии в народном хозяйстве нашей страны приведет к дальнейшему техническому и культурному прогрессу, росту производительных сил, увеличению общественного богатства.

* *

Советские люди проявляют большой интерес к вопросам мирного использования атомной энергии и развития современной ядерной энергетики. Лекции, посвященные этим темам, привлекают большое количество слушателей, обладающих самой различной подготовкой. В качестве иллюстративного материала к популярным лекциям по атомной энергии и ядерным реакторам может служить настоящая серия, состоящая из 16 плакатов. Один плакат посвящен периодической системе Д. И. Менделеева, семь плакатов — физическим основам ядерной энергетики (строение атома и ядра, деление ядер, цепная реакция, критический объем, замед-

ление нейтронов, термоядерные реакции) и восемь плакатов — ядерным реакторам (основные элементы реактора, реактор на графитовом замедлителе, реактор с кипящей водой, с воспроизводством, реактор, погруженный в воду, схема атомной электростанции и ядерное горючее).

Плакаты могут быть использованы для лекций: «Атомная энергия», «Ядерные реакторы», «Основы ядерной энергетики», «Атомная энергия и ядерные реакторы» и т. п.¹.

Остановившись на одной из названных тем, лектор должен, естественно, сосредоточить основное внимание на плакатах, иллюстрирующих выбранную тему, а остальные плакаты либо показать бегло, либо вовсе не показывать.

При использовании содержащихся в этой брошюре более подробных пояснений к каждому плакату лектору надо учитывать уровень слушателей: опускать те сведения, которые для аудитории уже известны, и сосредоточивать внимание на объяснении незнакомого материала. Так, например, если лектору надо рассказать о ядерных реакторах хорошо подготовленным слушателям, то он может показать бегло первые семь плакатов, а основное время посвятить изложению материала, содержащегося в плакатах 8—14 и 16. Если же подготовка слушателей не очень высока, то на первых семи плакатах следует остановиться несколько подробнее.

Так как 16 плакатами невозможно достаточно полно проиллюстрировать обширный круг вопросов, связанных с ядерной энергетикой, то дополнительный материал приводится в пояснениях.

Пояснения составлены в виде связной лекции, разбитой на разделы в соответствии с темами плакатов. В пояснениях содержатся материалы, непосредственно относящиеся к изображенному на плакате, связывающие содержание плакатов между собой, а также дополнительные сведения, представляющие интерес для слушателей (например, об атомной и водородной бомбах, о разделении изотопов и т. п.).

Общее замечание: при чтении лекции весьма важно подчеркивать, что изображения (форма, цвет) атомов, ядер и т. п. на плакатах являются сугубо условными.

ПЛАКАТ 1. Периодическая система элементов

Д. И. Менделеева

Большинство веществ в природе имеет сложный состав. Из таких сложных образований химическими или физическими способами можно получить более простые и в конце

¹ Вопросы получения и применения радиоактивных изотопов («меченых атомов») в этой серии плакатов не освещаются.

концов неразложимые вещества, называемые элементами. Вода, например, состоит из двух элементов — кислорода и водорода. В состав воздуха входит более десяти элементов: кислород, азот, углерод, гелий, неон, аргон, ксенон и др.

В древней Греции возникло представление об атоме (от греческого слова — неделимый), как об элементарной неразложимой частице вещества, — мельчайшем «кирпиче» мироздания.

Работы выдающегося английского ученого XVIII века Джона Дальтона привели к утверждению атомистической теории в химии, а позднее эта теория перешла и в физику.

Мельчайшие частицы сложного вещества, состоящие из атомов, были названы молекулами. Все химические превращения веществ заключаются в соединении или разъединении атомов или молекул. Например, при соединении двух атомов водорода и одного атома кислорода образуется молекула воды и т. п.

Вес атома крайне мал. Так, один атом урана весит около 0,000 000 000 000 000 000 000 4 грамма. Так как это очень малая величина, то вместо выражения веса атома в граммах пользуются относительным атомным весом, причем за единицу принимают $\frac{1}{16}$ веса атома кислорода — величину, приблизительно равную весу самого легкого атома — атома водорода. Атом урана в 238 раз тяжелее атома водорода, следовательно, атомный вес урана равен 238.

В 1869 году великий русский ученый Д. И. Менделеев установил, что химические свойства элементов зависят от их атомных весов. Если расположить все элементы в порядке возрастания их атомных весов, то через определенные периоды будут встречаться элементы с очень сходными химическими свойствами. Располагая эти элементы друг под другом, Менделеев построил периодическую систему элементов. Оказалось, что имеется всего девять вертикальных столбцов; каждый из них составляет группу. Элементы каждой группы очень сходны между собой по своим химическим свойствам.

Любой элемент в периодической системе Менделеева характеризуется двумя числами — порядковым номером и атомным весом.

Периодическая система имеет громадное значение для всего естествознания, в том числе и для изучения явлений, происходящих в атомных ядрах.

ПЛАКАТ 2. Строение атома

До начала XX века считалось, что атомы являются мельчайшими далее неделимыми частицами вещества. Однако

эта точка зрения не подтвердилась дальнейшим развитием науки. Благодаря работам большого числа исследователей, среди которых особенно следует отметить Э. Резерфорда и Н. Бора, было установлено, что атомы имеют сложное строение, напоминающее строение солнечной системы. В центре атома находится положительно заряженное ядро, вокруг которого движутся отрицательно заряженные электроны. Заряд ядра, а также число электронов в атоме равны порядковому номеру элемента в периодической системе Менделеева. Например, атом урана, занимающий в периодической системе девяносто второе место, имеет 92 положительных заряда в ядре и столько же электронов.

В целом атом электрически нейтрален.

Электроны в атомах располагаются несколькими «слоями» (верхние рисунки плаката). Например, в атоме гелия имеется один слой, состоящий из двух электронов; в атоме кислорода — два слоя (ближайший к ядру слой образует 2 электрона, а следующий — 6 электронов).

Размеры атомов очень малы (нижний левый рисунок). Ядра же в десятки тысяч раз меньше атомов. Если представить себе ядро величиной с вишню, то диаметр атома равнялся бы несколькими сотням метров (нижний правый рисунок плаката).

ПЛАКАТ 3. Строение ядра

Ядро имеет сложное строение. Оно положительно заряжено, так как в его состав входят частицы с положительным зарядом — протоны. Долго было неясно, какие еще частицы входят в состав ядра. Окончательно этот вопрос был выяснен в 1932 году, когда была открыта новая частица, получившая название нейтрона. Вес нейтрона оказался почти равным весу протона, но в отличие от протона нейтрон не имеет электрического заряда. В том же году было высказано предположение (Д. Д. Иваненко), что ядро состоит из протонов и нейтронов. В дальнейшем это было подтверждено большим количеством опытов.

При помощи периодической таблицы Д. И. Менделеева можно сразу сказать, сколько нейтронов и протонов содержится в ядре данного элемента. Общее количество частиц, входящих в ядро, называют массовым числом; оно равно округленному атомному весу. Порядковый номер элемента показывает число протонов в ядре; разность между массовым числом (или округленным атомным весом) и порядковым номером элемента дает число нейтронов. Например, в ядро углерода с порядковым номером 6 и атомным весом 12 входит $12 - 6 = 6$ нейтронов (верхний правый рисунок

плаката). Порядковый номер урана — 92, а атомный вес — 238; значит, в ядро урана входит 92 протона и $238 - 92 = 146$ нейтронов.

Веса нейтронов и протонов примерно равны, а вес электрона почти в 1840 раз меньше веса нейтрона или протона (нижний левый рисунок плаката); следовательно, основная масса атома сосредоточена в ядре.

Как мы уже говорили, место элемента в периодической системе определяется зарядом ядра, другими словами, числом протонов в ядре. Поэтому на одном и том же месте в таблице Менделеева может стоять элемент, ядра которого имеют одинаковое число протонов, но разное число нейтронов. Такие разновидности элемента получили название изотопов¹. Обладая одинаковыми химическими свойствами, изотопы отличаются лишь атомными весами. Исследования показали, что большинство природных химических элементов имеют изотопы. Такие изотопы получили название естественных или природных: у олова их 10, у ртути — 7, у урана — 3. Кроме естественных изотопов, у элемента могут быть также искусственные изотопы. В настоящее время получены искусственные изотопы большинства элементов.

Изотопы водорода (нижний правый рисунок плаката) имеют особые названия — легкий водород (один протон в ядре), тяжелый водород или дейтерий (один протон и один нейтрон в ядре), тритий (искусственный изотоп; один протон и два нейтрона в ядре). Природный водород является смесью двух изотопов — легкого водорода и дейтерия. Дейтерия в природном водороде содержится очень мало — около 0,02%.

Природная вода состоит в основном из атомов кислорода и легкого водорода. Но имеется также вода, содержащая вместо легкого «тяжелый» водород; такую воду естественно называть «тяжелой».

Природный уран является смесью трех изотопов — урана 238, урана 235 и урана 234. Основную массу природного урана составляет уран 238 (99,28%); на долю урана 235 приходится 0,71%, а урана 234 — всего около 0,005%. Получен также ряд искусственных изотопов урана: уран 239, уран 233 и др.

Существование изотопов — весьма важный фактор в получении атомной энергии.

¹ Слово «изотоп» происходит от греческих слов, означающих «находящийся на одном и том же месте».

ПЛАКАТ 4. Деление ядер

Ядро состоит из нейтронов и протонов. У нейтронов нет заряда, но протоны имеют одинаковый положительный заряд, следовательно, они должны отталкиваться друг от друга и тем сильнее, чем меньше расстояния между ними. Так как в ядрах протоны находятся чрезвычайно близко друг к другу, то каждый протон должен с огромной силой отталкиваться остальными протонами ядра. Несмотря на это, протоны не разлетаются и ядра очень устойчивы. Эта устойчивость объясняется тем, что между ядерными частицами (нейтронами и протонами, нейтронами и нейтронами, протонами и протонами), действуют еще особые, так называемые ядерные силы притяжения, которые намного превосходят электростатические силы отталкивания. Поэтому для разделения ядра составляющие его частицы надо затратить большое количество энергии (энергия связи ядра). Наоборот, если эти частицы соединить вновь в ядро, то должна освободиться энергия, равная энергии связи ядра. Следовательно, теоретически наиболее простым путем получения ядерной энергии является соединение нейтронов и протонов в ядра.

Подобное явление имеет место при конденсации пара (молекул воды) в воду, сопровождающейся, как известно, выделением энергии в виде тепла. Существенное различие заключается, однако, в том, что при соединении («конденсации») ядерных частиц должна выделиться энергия, значительно большая, чем при конденсации молекул. Так, при образовании одного грамма тяжелого водорода из легкого водорода и нейтронов можно было бы получить столько же тепла, сколько выделяется при сгорании около 3 т угля. Это естественно, так как ядерные силы во много раз больше сил, действующих между молекулами.

Однако такой метод получения ядерной энергии не имеет практической ценности по той простой причине, что в природе нет в достаточном количестве свободных нейтронов: они находятся в основном в связанном состоянии в ядрах. Можно было бы получить нейтроны, выбивая их из ядер; но при этом на выбивание одного нейтрона приходилось бы затрачивать около тысячи заряженных частиц. Каждая из них должна обладать энергией, больше той, которая могла бы быть получена при помощи выбитого нейтрона. Как видно, этот путь также не имеет практической ценности¹.

¹ О другой возможности — соединении более легких ядер (а не нейтронов и протонов) в ядра более тяжелые будет рассказано дальше (плакат 15).

Однако остается еще одна возможность. Пусть у нас имеется ядро какого-либо элемента. Допустим теперь, что каким-то способом мы из этого ядра получили другое, у которого притяжение между ядерными частицами больше, чем у исходного ядра. Иначе говоря, допустим, что мы получили из ядра с меньшей энергией связи ядро с большей энергией связи, то есть из менее устойчивого ядра — более устойчивое. Такое ядерное превращение будет сопровождаться освобождением энергии в количестве, равном разности между энергиями связи конечного и начального ядра.

Ядерное превращение с образованием более устойчивых ядер из менее устойчивых, имеющее практическую ценность, было открыто в 1939 году О. Ганом, Ф. Штрассманом и Л. Мейтнер (верхний рисунок). Это превращение заключается в следующем. При попадании нейтрона в ядро тяжелого элемента, стоящего в конце таблицы Менделеева (например, урана), ядро, поглощая нейтрон, возбуждается и затем может разделиться на две части («осколки»). Каждый осколок является ядром более легкого элемента (например, бария и криптона).

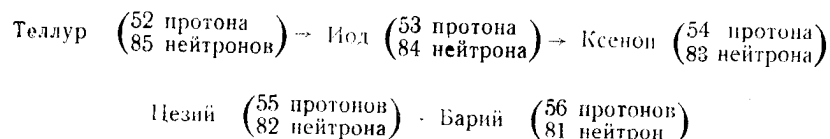
Реакция деления ядер обладает двумя очень важными свойствами. Во-первых, при делении ядер освобождается огромное количество энергии, так как ядра-осколки более устойчивы, чем исходное ядро урана. При расщеплении всех ядер, содержащихся в 1 г урана, выделится такое количество энергии, как при сгорании около 2,5 т угля. Основная часть этой энергии уносится осколками, разлетающимися с огромной скоростью. Проходя сквозь вещество, осколки сталкиваются с его атомами, передают им свою энергию, которая превращается в тепло, а это ведет к повышению температуры вещества (нижний правый рисунок плаката)¹.

Другим важным свойством реакции деления является образование наряду с осколками двух-трех свободных нейтронов. Откуда берутся свободные нейтроны? В тяжелых ядрах превышение нейтронов над протонами значительно больше, чем в легких; например, в ядре урана 235 имеется 143 нейтрона и 92 протона, в ядре бария содержится 81 нейтрон и 56 протонов, а в ядре криптона 47 нейтронов и 36 протонов. Поэтому в случае деления урана, например, на барий и криптон, окажется $143 - 128 = 15$ «лишних» нейтронов.

Два-три из этих нейтронов освобождаются почти в момент деления ядра (так называемые мгновенные нейтроны). Остальные «лишние» нейтроны остаются в осколках. Ввиду

¹ На этом рисунке каждый из атомов показан до столкновения и после столкновения.

значительного избытка нейтронов ядра-осколки оказываются неустойчивыми. Уменьшение числа нейтронов в таких ядрах-осколках может происходить двумя путями. Некоторое число нейтронов (примерно в 100 раз меньше, чем мгновенных) испускается осколками после деления ядра с различным запаздыванием — от нескольких десятых секунды до одной минуты (так называемые «запаздывающие» нейтроны). Большая же часть избыточных нейтронов в осколках, испуская электроны, превращается в протоны. Такие превращения происходят до тех пор, пока из неустойчивого ядра-осколка не возникнет устойчивое ядро нового элемента. Так, образовавшееся непосредственно в момент деления урана 235 ядро теллура будет испытывать следующие превращения:



В результате получается устойчивое ядро бария.

Деление ядер сопровождается также образованием гамма-лучей, более жестких, чем, например, лучи Рентгена.

Согласно современным представлениям, деление тяжелых ядер нейтронами происходит следующим образом (верхний рисунок). В тяжелых ядрах имеется много протонов. Вследствие этого электростатические силы отталкивания становятся столь значительными, что они с трудом преодолеваются ядерными силами притяжения. Поэтому такие ядра будут относительно неустойчивы. Если в ядро попадет нейтрон, то, сильно взаимодействуя с ядерными частицами, он быстро передаст им свою энергию. Ядерные частицы придут в более интенсивное движение и в результате изменится форма ядра. Так как ядро мало устойчиво, то изменение формы может быть настолько значительным, что ядро разделится. (Сходное явление произойдет с заряженной каплей воды, если каким-либо способом сильно изменить форму ее поверхности). Более вероятным является деление ядра на неравные осколки, но возможно деление и на две одинаковые части.

Разлету образующихся осколков будет способствовать то, что с увеличением расстояния между ними ядерные силы притяжения будут уменьшаться значительно быстрее электростатических сил отталкивания (нижний левый рисунок плаката; на нем ядерные силы показаны условно в виде голубой пружины, а электростатические силы — белой пружины).

Так как ядра тяжелых элементов мало устойчивы, то можно ожидать, что, хотя и с небольшой вероятностью, они будут делиться под влиянием только внутренних причин, без воздействия нейтронов. Действительно, опыты К. Петржака и Г. Флерова с ураном подтвердили это. В одном грамме природного урана происходит приблизительно 20 делений в час. Таким образом, в куске урана всегда имеется некоторое количество нейтронов, образовавшихся при самопроизвольном делении ядер урана.

Для определения количества энергии, выделяющейся при различных ядерных превращениях, надо воспользоваться законом взаимосвязи массы и энергии, который формулируется так:

энергия = масса \times скорость света в квадрате.

Согласно этому закону, изменение массы сопровождается определенным изменением энергии и наоборот.

Для подсчета количества энергии, выделяющейся, например, при делении ядра урана, надо из массы ядра урана вычесть сумму масс образовавшихся новых ядер и полученную разность умножить дважды на скорость света.

Закон взаимосвязи массы и энергии имеет место не только при ядерных реакциях. Так, при нагревании воды будет увеличиваться не только запас энергии (тепла) в ней, но и ее масса. Однако в этом случае изменение энергии будет крайне малым и столь же малым будет изменение массы: при нагревании 1 т воды до 100° масса ее увеличится приблизительно лишь на миллионную долю грамма. Поэтому для подобных явлений, в отличие от ядерных реакций, закон взаимосвязи массы и энергии можно не принимать во внимание.

ПЛАКАТ 5. Цепная реакция

Образование свободных нейтронов при делении ядер — факт чрезвычайной важности. Пусть в кусок урана попадает один нейтрон (рисунок на плакате). Сталкиваясь с одним из ядер, он разделит его (примем пока условно, что нейтрон, сталкиваясь с ядром, обязательно делит его)¹. При этом выделится энергия и появятся, например, два нейтрона. Эти нейтроны первого поколения в свою очередь разделят два ядра. Выделится удвоенное количество энергии и четыре нейтрона второго поколения, которые в свою очередь разделят четыре ядра и т. д. Итак, один нейтрон приводит к

¹ Как будет видно из дальнейшего, случай, близкий к этому, может произойти в большом куске чистого урана 235.

возникновению целой лавины нейтронов, которые разделят очень большое количество ядер. Это приведет к освобождению огромного количества энергии. Такой самоподдерживающийся процесс получил название цепной ядерной реакции. Аналогичное явление происходит в горах, когда падающий камень увлекает за собой все новые камни, образуя в конце концов лавину.

Ядерная цепная реакция поддерживает сама себя и сопровождается образованием колоссального количества энергии. В этом заключается ее большая практическая ценность.

Следует подчеркнуть, что разобранный выше схема цепной ядерной реакции сильно идеализирована, так как условно принято, что каждый образовавшийся при делении нейтрон в дальнейшем обязательно делит ядро. На самом деле часть образовавшихся нейтронов теряется бесполезно для цепного процесса.

Как же в этом случае будет развиваться цепной процесс?

В отличие от разобранный выше примера теперь нейтроны первого поколения могут бесполезно теряться. Если, например, из двух нейтронов первого поколения бесполезно будет утерян один, то во втором поколении появятся два нейтрона деления (вместо прежних четырех); если во втором поколении также теряется бесполезно один нейтрон, то в третьем поколении снова образуются два нейтрона (вместо прежних восьми) и т. д. Как видно, в этом случае в каждом поколении на деление ядер уходит один нейтрон и интенсивность цепного процесса все время держится на одном и том же постоянном уровне.

Но стоит в каком-нибудь поколении потеряться бесполезно двум нейтронам, как цепная реакция прекратится, затухнет. Наоборот, если в некоторых поколениях не будет бесполезной потери нейтронов, то цепной процесс начнет нарастать лавинообразно (однако медленнее, чем при полном отсутствии потерь).

Итак, чтобы цепная реакция развивалась, надо создать такие условия, при которых в каждом последующем поколении нейтронов на деление ядер уходило бы столько же или больше, чем в предыдущем поколении.

Числа нейтронов двух поколений, участвующих в делении ядер, связаны между собой простым соотношением:

$$\left(\begin{array}{c} \text{число нейтронов последующего} \\ \text{поколения} \end{array} \right) = K \times \left(\begin{array}{c} \text{число нейтронов преды-} \\ \text{дущего поколения} \end{array} \right)$$

Постоянная величина K называется коэффициентом размножения нейтронов. Очевидно, что для осуществления цепного процесса K должно быть равным или большим

единицы. При K , большем единицы, цепной процесс будет нарастать лавинообразно. При K , равном единице, интенсивность цепного процесса будет держаться все время на постоянном уровне. При K , меньшем единицы, цепной процесс развиваться не будет.

ПЛАКАТЫ 6 и 7. Критический объем. Замедление нейтронов¹.

Цепная реакция будет идти в том случае, если коэффициент размножения нейтронов окажется равным или большим единицы. Чтобы выяснить, когда это условие будет выполнено для урана, надо рассмотреть причины бесполезных потерь нейтронов деления. Таких причин две: 1) часть нейтронов может поглотиться ядрами урана, не вызывая их деления; 2) часть нейтронов может уйти из куска².

Рассмотрим потерю нейтронов, обусловленную поглощением их ядрами урана. Природный уран является смесью двух основных изотопов — урана 238 и урана 235 (нижний правый рисунок плаката 7). Как взаимодействуют нейтроны деления с ядрами этих изотопов?

Сначала рассмотрим взаимодействие нейтронов деления с ядрами урана 238. При делении ядер урана образуются нейтроны с различной энергией. Часть нейтронов деления обладает энергией, достаточной для того, чтобы разделить новые ядра урана 238 (нейтроны с такими энергиями называют быстрыми). Однако быстрые нейтроны со значительно большей вероятностью будут сталкиваться с ядрами урана 238, отдавая при этом им часть своей энергии и не вызывая деления. Другая, более значительная часть нейтронов деления, обладающих меньшей энергией, будет претерпевать лишь столкновения. Так как столкновения и тех и других нейтронов будут довольно частыми, то вскоре их энергия значительно уменьшится, то есть нейтроны замедлятся. Замедленные же нейтроны будут очень хорошо поглощаться ядрами урана 238 без последующего деления. При этом особенно охотно ядра урана 238 будут поглощать нейтроны определенных (так называемых резонансных) энергий. Ядра урана 238 имеют несколько резонансных энергий. Величина наименьшей из них (наиболее «опасной») довольно мала. Следовательно, если взять кусок урана 238, то в нем цепная реакция развиваться не будет, так как быстрые

¹ Так как плакаты 6 и 7 тесно связаны между собой, то пояснения к ним объединены.

² Существует и третья причина — поглощения нейтронов посторонними примесями в уране; для того чтобы свести к минимуму эти потери, необходимо тщательно очищать уран от примесей.

нейтроны разделят практически ничтожное число ядер, а в процессе замедления энергия нейтронов неизбежно станет равна резонансной и потому подавляющее количество их поглотится ядрами урана 238.

Ядро урана 238 после поглощения нейтрона превращается в ядро урана 239 (верхний рисунок плаката 7). Это ядро неустойчиво; испуская электрон, оно превращается в ядро нового элемента — нептуния, которое в свою очередь после испускания электрона превращается в ядро другого элемента — плутония.

Совсем по-иному обстоит дело с ядрами урана 235. Эти ядра делятся и быстрыми и особенно хорошо медленными нейтронами (верхний рисунок плаката 7). Таким же свойством в отношении деления обладает плутоний. Несмотря на то, что ядра урана 235 хорошо делятся нейтронами всех энергий, осуществить цепную реакцию в куске природного урана любого объема нельзя: в нем содержится слишком мало урана 235 и слишком много урана 238 (нижний правый рисунок плаката 7). Поэтому наиболее прямым путем осуществления цепной реакции и получения атомной энергии служит использование чистого урана 235, отделенного от урана 238 (или применение плутония).

Но даже в куске чистого урана 235 (или плутония) цепная реакция будет развиваться не всегда. Рассмотрим два куска урана 235 (или плутония) различных объемов — большого и малого (рисунки на плакате 6). Пусть сначала нейтрон входит в маленький кусок. Попадая в ядро урана (внутри куска), нейтрон вызовет его деление, а появившиеся при этом новые нейтроны разделят соседние ядра и т. д. Если объем куска урана невелик, то образующиеся при делении нейтроны скоро дойдут до поверхности куска и вылетят из него. Если кусок урана очень мал, то число бесполезно утраченных нейтронов деления будет так велико, что коэффициент размножения нейтронов станет меньше единицы и цепная реакция затухнет. В случае очень большого куска часть нейтронов деления также уйдет из него, но при этом ушедших нейтронов будет значительно меньше, чем использованных для делений. В таком куске коэффициент размножения нейтронов окажется больше единицы и цепная реакция будет развиваться. Минимальный объем урана 235 (или плутония), в котором будет развиваться незатухающая цепная реакция, называют критическим объемом, а соответствующую этому объему массу — критической массой.

Величина критического объема зависит от формы куска урана 235. В самом деле, чтобы нейтрон ушел из данного объема урана, он должен пройти через его поверхность, поэтому чем больше поверхность куска, тем более вероятен

выход нейтрона. С другой стороны, вероятность того, что нейтрон поделит ядро урана, будет тем больше, чем больше объем куска. Значит, наиболее выгодной будет такая форма куска урана, которая при заданном объеме обладает наименьшей поверхностью. Лучше всего этому требованию удовлетворяет шар. Следовательно, наименьшая критическая масса будет у куска урана сферической формы.

О возможности уменьшения критического объема при помощи отражателя мы скажем позже (плакат 9).

Плутоний и уран стоят на разных местах в таблице Менделеева и несколько отличаются химическими свойствами. Это облегчает задачу отделения плутония от урана 238¹.

Отделение же урана 235 от урана 238 является трудной задачей, так как они обладают одинаковыми химическими свойствами и, кроме того, в природном уране содержится всего 0,7 % урана 235 (правый нижний рисунок плаката 7).

Для разделения изотопов урана используют незначительную разницу в весе их атомов. Существует немало способов разделения изотопов урана; рассмотрим два из них.

Электромагнитное разделение. Если поместить атомы урана в разряд дуги, то вследствие высокой температуры они потеряют часть своих электронов: нейтральные атомы превратятся в заряженные (их называют ионами). Если ионы ускорить и затем впустить в постоянное однородное магнитное поле, направленное перпендикулярно к пучку, то они будут двигаться по окружностям. При этом чем меньше масса иона данной энергии, тем сильнее искривится его путь. Различная степень искривления пути легких и тяжелых ионов позволяет разделить изотопы. Большим преимуществом электромагнитного метода является то, что он позволяет сразу отделить изотопы друг от друга. Недостаток же его заключается в том, что при помощи одной лишь такой установки можно разделить крайне малое количество урана. Поэтому при использовании электромагнитного метода в заводских условиях был применен большой магнит, в поле которого помещались целые «батареи» источников и улавливателей.

Разделение методом газовой диффузии. Сначала металлический уран превращается в газообразное соединение — шестифтористый уран. Газ подается под давлением в бак, отделенный от другого бака пористой перегородкой. Так как давление во втором баке ниже, чем в первом, то шестифтористый уран будет проникать через пористую перегородку из

¹ Более подробно о получении плутония см. плакат 13.

первого бака во второй. Шестифтористый уран 235 просачивается несколько быстрее, чем шестифтористый уран 238. Поэтому во втором баке окажется небольшой избыток шестифтористого урана 235. Чтобы добиться полного разделения, такую процедуру надо повторить большое количество раз. Разделение методом газовой диффузии значительно облегчается тем, что у фтора имеется лишь один устойчивый изотоп.

Получение достаточного количества урана 235 и плутония позволило создать атомную бомбу. Принцип действия ее несложен.

Если два куска урана 235 или плутония объемом меньше критического при помощи специального устройства быстро сблизить так, чтобы образовался кусок урана объемом несколько больше критического, то достаточно небольшого числа нейтронов (например, нейтронов, образовавшихся при самопроизвольном делении ядер урана), чтобы начала развиваться цепная реакция. Для быстрого соединения кусков урана можно использовать, например, тротил, взрываемый в нужный момент при помощи специального взрывателя. В течение ничтожных долей секунды будет разделено значительное число ядер урана 235 (или плутония); при этом освободится колоссальное количество энергии в виде мощного взрыва.

Взрыв атомной бомбы сопровождается чрезвычайно высокой температурой (миллионы градусов), ослепительной вспышкой и появлением огромного количества радиоактивных ядер-осколков. Образуется также мощная ударная волна.

Итак, в куске природного урана любого объема цепная реакция развиваться не будет.

Основной помехой для развития цепной реакции в природной смеси изотопов урана является интенсивное поглощение ураном 238 нейтронов резонансных энергий. Однако при некоторых условиях можно осуществить цепной процесс и в неразделенном уране. Допустим, что до того, как нейтроны столкнутся с ядрами урана 238, мы каким-либо путем замедлим их до энергии меньшей, чем минимальная резонансная энергия. Такие нейтроны будут очень слабо поглощаться ядрами урана 238 и очень хорошо делить ядра урана 235. Это и позволит осуществить цепную реакцию в неразделенном уране.

Замедление нейтронов проще всего осуществить следующим образом. Возьмем несколько кусков урана и проложим между ними слой вещества, которое плохо поглощает нейтроны, но хорошо замедляет их (замедлитель). На плакате 7 (верхний рисунок) изображены два куска урана, разде-

ленные замедлителем. Образовавшиеся, например, в левом куске урана быстрые нейтроны деления попадут в соседний кусок урана не сразу, а лишь после того как пройдут слой замедлителя. При этом можно сделать так, что большая часть нейтронов, приходящих в правый кусок, замедлится до энергии, меньшей минимальной резонансной (то же будет иметь место для нейтронов, попадающих из правого куска в левый). Тогда бесполезная потеря нейтронов значительно уменьшится и станет возможным осуществление незатухающей цепной реакции в природном уране. В этом случае, как и в атомной бомбе, цепная реакция начнется лишь при наличии определенной (критической) массы неразделенного урана.

Какое вещество выбрать в качестве замедлителя? Представим себе нейтрон в виде шарика. Если такой шарик столкнется с ядром очень тяжелого элемента, то скорость шарика изменится мало (средний нижний рисунок плаката 7). При столкновении с ядром легкого элемента скорость нейтрона уменьшится значительно (левый нижний рисунок плаката 7). Следовательно, в качестве замедлителя нейтронов надо использовать вещество с легкими ядрами, плохо поглощающее нейтроны.

Обычно в качестве замедлителей используют углерод (в виде графита), тяжелую или обычную воду.

Хорошим замедлителем является тяжелая вода: она содержит легкие ядра дейтерия и очень слабо поглощает нейтроны.

Тяжелая вода содержится в весьма небольших количествах в природной воде. В 10 000 кг природной воды содержится всего около 2 кг тяжелой воды. Один из способов получения тяжелой воды заключается в следующем. При пропускании электрического тока через природную воду (смесь легкой и тяжелой воды), в которую добавлено небольшое количество кислоты, молекулы воды будут разлагаться на водород и кислород. При этом легкая вода будет разлагаться электрическим током несколько быстрее, чем тяжелая. Поэтому чем больше времени ведется электролиз, тем больше остаток будет обогащаться тяжелой водой. В конце концов останется почти чистая тяжелая вода. Такой процесс является очень громоздким, дорогостоящим и требует затраты большого количества электрической энергии.

В связи с этим был найден ряд других замедлителей, получение которых проще.

Наиболее распространенными из них являются графит и обычная вода.

Графит, как и тяжелая вода, слабо поглощает нейтроны,

но замедляет их несколько хуже, так как он имеет более тяжелые ядра.

При помощи обычной воды замедлять нейтроны можно было бы лучше всего, так как в ее состав входят самые легкие ядра — протоны (ядра атомов водорода); но протоны довольно сильно поглощают нейтроны, образуя ядра тяжелого водорода. Вследствие этого при использовании обычной воды в качестве замедлителя приходится брать обогащенный уран. Последний отличается от природного урана тем, что содержит немного больше урана 235 (несколько процентов вместо 0,7%). Дополнительное количество урана 235 в «ядерном горючем» позволяет восполнить потери нейтронов, захваченных ядрами водорода, входящего в состав воды, и обеспечить развитие цепной реакции. Обогащенный уран получается из природного путем частичного разделения изотопов.

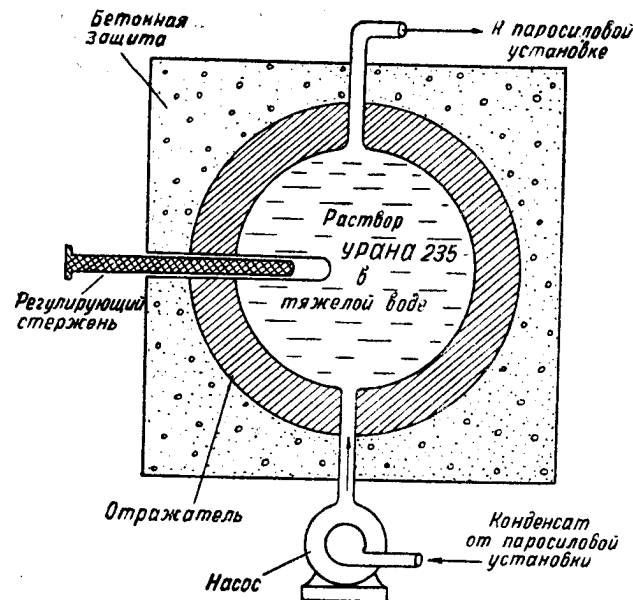


Рис. 1. Схема гомогенного реактора на медленных нейтронах.

Таким образом, цепную реакцию можно осуществить в чистом уране 235 или плутонии, а также в неразделенном уране с замедлителем. Объем делящегося вещества во всех случаях должен быть больше критического.

ПЛАКАТЫ 8 и 9. Основные элементы ядерного реактора

Предыдущие плакаты дают представление о том, что такое атомная (правильнее — ядерная) энергия и как она

может быть получена в количествах, пригодных для практического использования. Остановимся более подробно на устройствах, при помощи которых эта энергия получается в настоящее время. Такие устройства называются ядерными реакторами.

Главными элементами ядерного реактора являются ядерное горючее и замедлитель¹.

Пространство, в котором происходит деление ядер и освобождение атомной энергии, называют активной зоной реактора.

В зависимости от способа размещения ядерного горючего в замедлителе реакторы делят на два основных типа: гетерогенные (два левых рисунка на плакате 8) и гомогенные (рис. 1).² В первом используется ядерное горючее в виде стержней, обособленных от замедлителя; во втором — ядерное горючее применяется в виде очень мелкого порошка, равномерно распределенного в замедлителе, или в виде раствора горючего в замедлителе.

Ядерный реактор должен быть снабжен также рядом дополнительных устройств.

Регулирующие стержни. Они изготавливаются из материала, сильно поглощающего медленные нейтроны, например, из кадмия или бора (правый рисунок плаката 8). Если такие стержни полностью опустить в активную зону, то они поглотят основную часть нейтронов деления и цепная реакция идти не будет. При постепенном подъеме стержней количество нейтронов, делящих ядра, будет увеличиваться, и при определенном положении стержней, когда коэффициент размножения нейтронов станет равным единице, начнет развиваться цепной процесс. При коэффициенте размножения, равном единице, число ядерных делений, а следовательно, и количество выделяющейся энергии, будет все время постоянным. При дальнейшем подъеме регулирующих стержней величина коэффициента размножения будет увеличиваться и цепной процесс приобретет быстро нарастающий характер, что может привести к аварии (расплавление реактора, выброс теплоносителя и т. п.).

Есть, однако, одно обстоятельство, которое значительно облегчает управление реактором, — это наличие запаздывающих нейтронов (плакат 4).

Запаздывающие нейтроны составляют около 1% от всего числа нейтронов деления и вылетают из осколков с различным запаздыванием, достигающим до одной минуты.

Запаздывающие нейтроны сильно замедляют разви-

¹ О реакторах без замедлителя будет рассказано дальше (плакат 13).

тие цепной реакции. В самом деле, пусть значение коэффициента размножения нейтронов доведено до единицы. В этом принимали участие как мгновенные, так и запаздывающие нейтроны (точнее 0,99 коэффициента размножения «обеспечивается» мгновенными нейтронами и 0,01 — запаздывающими нейтронами). Если продолжать увеличивать значение коэффициента размножения, например, до 1,01, то часть его, обусловленная мгновенными нейтронами (равная в этом случае 0,9999), возрастет быстро, а часть коэффициента размножения, обусловленная запаздывающими нейтронами (равная 0,0101), будет возрастать медленно (в течение приблизительно одной минуты). В целом значение коэффициента, равное 1,01, будет достигнуто не мгновенно, а лишь спустя некоторое время. При уменьшении коэффициента размножения до значения, несколько меньшего единицы, цепной процесс некоторое время будет еще продолжаться, так как осколки разделенных ранее (приблизительно за минуту до этого) ядер будут испускать запаздывающие нейтроны.

Вполне понятно, что если увеличить коэффициент размножения до значений, больших 1,01, то цепной процесс может осуществляться за счет одних мгновенных нейтронов и, следовательно, управление им станет невозможным.

Изменяя при помощи регулирующих стержней значения коэффициента размножения в допустимых пределах (от 1 до 1,01), можно регулировать мощность реактора.

Цепной процесс развивается очень быстро и поэтому управление реактором должно быть автоматизировано. С этой целью в реактор помещают специальные приборы (ионизационные камеры), следящие за потоком нейтронов и, следовательно, за мощностью реактора. Когда эта мощность отклоняется от заданной, приборы вырабатывают сигналы, которые приводят в действие механизмы,двигающие или выдвигающие регулирующие стержни. Таким путем обеспечивается стабильная работа реактора.

Для пуска реактора никаких дополнительных источников нейтронов не требуется; вполне достаточно нейтронов, образующихся при самопроизвольном делении ядер урана (см. пояснения к плакату 4).

Аварийные стержни. При появлении неисправностей в системе управления реактором или в автоматических устройствах, контролирующих важнейшие узлы, реактор надо немедленно остановить. Для этого используются аварийные стержни, аналогичные регулирующим, сделанные из материала, хорошо поглощающего медленные нейтроны (правый рисунок плаката 8). В случае аварии эти стержни опускаются в активную зону реактора и цепной процесс прекращает-

ся. Аварийные стержни обеспечивают безопасную работу реактора.

Отражатель. Часть нейтронов деления уходит из активной зоны реактора. Некоторое количество ушедших нейтронов можно вернуть обратно. Для этого надо окружить активную зону оболочкой из вещества, плохо поглощающего, но активно отражающего нейтроны, например графита, окиси бериллия (левый рисунок плаката 9). Подойдя к оболочке, нейтроны частично пройдут через нее, а частично отразятся обратно в активную зону. Такое устройство называется отражателем. Применение отражателя ведет к уменьшению критического объема реактора.

Защита. Прошедшие через отражатель нейтроны, а также гамма-кванты, образовавшиеся при делении ядер, опасны для людей. Чтобы обеспечить защиту персонала, реактор окружают материалами, поглощающими вредные излучения: бетоном (левый рисунок плаката 9), водой, бетоном с примесью некоторого количества тяжелых элементов. В ряде случаев эти вещества комбинируют. Толщина защитного слоя определяется мощностью реактора.

Управление реактором обычно производится на расстоянии, при помощи автоматических устройств.

Теплоотвод. Огромное количество тепла, образующееся в реакторе, отводится различными теплоносителями (правый рисунок плаката 9). В качестве теплоносителей могут быть использованы: вода (природная и тяжелая), газ (углекислый газ, гелий и другие), расплавленные металлы или их сплавы (висмут, свинец, натрий, сплав натрия с калием). Проходя через активную зону, эти вещества нагреваются, а затем в специальном устройстве — теплообменнике — отдают свое тепло воде другого контура, превращая ее в пар, который направляется в турбину.

Какие вещества целесообразно использовать в качестве теплоносителя? Известно, что чем выше температура и давление пара, поступающего в турбину, связанную с электрогенератором, тем большая часть тепла может быть превращена в электрическую энергию. Для получения пара с высокими характеристиками температура теплоносителя должна быть возможно более высокой.

В качестве теплоносителя можно использовать жидкое или газообразное вещество. Известно, что жидкие вещества можно нагреть при данном давлении лишь до определенной температуры. Так, температуру воды при нормальном атмосферном давлении нельзя поднять выше 100°. Для того чтобы нагреть воду до более высоких температур, надо повысить давление. При давлении 100—200 атм воду можно нагреть до 300—450°. Следовательно, при использовании в ка-

честве теплоносителя воды, она должна подаваться в реактор под большим давлением. Это связано с усложнением конструкции реактора, но, с другой стороны, вода является наиболее дешевым, доступным и хорошо изученным теплоносителем.

Жидкие (расплавленные) металлы как теплоносители обладают тем существенным преимуществом, что позволяют достигнуть температуры, например, $400\text{—}500^\circ$ при более низких давлениях по сравнению с водой. Однако эксплуатация реактора с жидкометаллическим охлаждением довольно сложна. Металл надо предварительно расплавить, обеспечить его циркуляцию по контуру, предотвратить затвердевание в период остановки реактора и т. п. Некоторые металлы, например натрий, после прохождения активной зоны реактора приобретают сильную, медленно спадающую радиоактивность — это усложняет обслуживание контуров, по которым циркулируют такие металлы.

Газ при нормальном давлении можно нагреть до любой температуры. Поэтому использование газа в качестве теплоносителя не связано с высокими давлениями. Но газ обладает плохими теплоотводящими свойствами. Это ведет к необходимости продувания через реактор больших объемов газа и, следовательно, к большим затратам энергии и громоздкому газовому хозяйству. Теплоотводящие свойства газа можно улучшить, повысив его давление, но это создает ряд трудностей в конструировании реактора.

Каждый теплоноситель обладает определенными достоинствами и недостатками, поэтому выбор теплоносителя зависит от конкретных условий работы реактора.

В пятилетней программе строительства атомных электростанций в СССР (1956—1960 гг.) предусмотрено создание реакторов, в которых в качестве теплоносителя будут использованы вода (замедлитель — графит), углекислый газ (замедлитель — тяжелая вода) и расплавленный натрий (замедлитель — графит).

До сих пор речь шла только о реакторах, в которых используются замедленные нейтроны (реакторы на медленных нейтронах). Существуют также реакторы на быстрых нейтронах, о которых будет рассказано дальше (плакат 13).

Ядерные реакторы разделяются по ряду признаков: по энергиям используемых нейтронов (медленные, промежуточные, быстрые), по способам размещения ядерного горючего в замедлителе (гетерогенные и гомогенные реакторы), по теплоносителю (вода, тяжелая вода, газ, расплавленный металл), по замедлителю (вода, тяжелая вода, графит).

Несмотря на такое обилие возможных типов реакторов,

в настоящее время отобрано лишь небольшое количество наиболее перспективных конструкций.

Схемы некоторых из этих наиболее перспективных реакторов приводятся на плакатах 10, 12, 13.

ПЛАКАТ 10. Атомная электростанция Академии наук СССР¹. Ядерный реактор (на графитовом замедлителе)

На плакате изображена упрощенная схема реактора первой в мире атомной электростанции, построенной в Советском Союзе.

Активная зона реактора представляет собой цилиндр диаметром 1,5 м и высотой 1,7 м, окруженный графитовым отражателем. В активной зоне размещено 128 рабочих каналов. Теплоносителем является дистиллированная вода, циркулирующая под давлением в 100 атм².

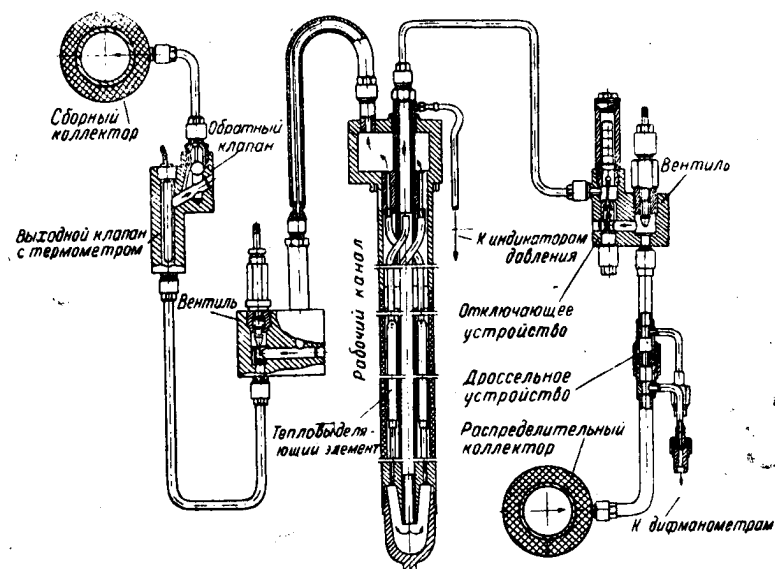


Рис. 2. Схематический чертеж рабочего канала и его коммуникаций.

¹ В настоящее время атомная электростанция передана в ведение Главного управления по использованию атомной энергии при Совете Министров СССР.

² Применение дистиллированной воды исключает образование накипи на стенках тепловыделяющих элементов и ведет к уменьшению радиоактивности первичного контура; такая вода содержит минимальное число примесей, которые становятся радиоактивными при прохождении через активную зону.

Рабочий канал (рис. 2) представляет собой длинный графитовый цилиндр, имеющий пять продольных отверстий, через которые проходят тонкостенные стальные трубки. По центральной трубке вода направляется вниз, а вверх возвращается по четырем трубкам. В нижней части каждой из этих четырех трубок с внешней стороны размещено горючее — обогащенный уран, содержащий 5% изотопа урана 235. Всего в реактор загружают около 550 кг урана.

Весь графит находится в стальном цилиндре, который вместе с нижней и верхней плитами образует герметическую оболочку, заполненную инертным газом (гелием или азотом). Этим предотвращается выгорание графита.

Реактор снабжен 22 регулирующими стержнями из карбида бора. Четыре из них поддерживают мощность реактора на требуемом уровне с точностью до 3%. Стержни подвешены на тросах и перемещаются при помощи электропривода. Управляются они автоматически. Остальные 18 стержней компенсируют излишек ядерного горючего в активной зоне. Дело в том, что в реактор атомной электростанции загружается уран в количестве, значительно превышающем критическую массу (критическая масса достигается при 60 рабочих каналах, а в реакторе их имеется 128). Делается это потому, что в ходе работы реактора возникают причины, приводящие к самопроизвольному уменьшению величины коэффициента размножения нейтронов. К ним относятся: выгорание урана в основных рабочих каналах, появление в активной зоне осколков деления, сильно поглощающих нейтроны (особенно опасен в этом отношении ксенон) и т. п. Поэтому необходим запас урана, гарантирующий поддержание цепного процесса в реакторе в течение достаточно большого промежутка времени. Излишек ядерного горючего нейтрализуется компенсирующими стержнями. Чем больше запас ядерного горючего в реакторе, тем глубже надо погрузить компенсирующие стержни в активную зону. Для введения в действие нового количества горючего компенсирующие стержни надо частично вывести из активной зоны.

Имеется также два стержня аварийной защиты. Они вводятся в активную зону автоматически при появлении аварийного сигнала (в случае превышения уровня мощности реактора на 20%; при слишком большой скорости нарастания цепной реакции, изменении расхода и температуры воды в каналах и т. п.).

Биологическая защита от радиоактивных излучений реактора осуществляется в боковых направлениях слоем воды толщиной в 1 м и слоем бетона толщиной в 3 м; сверху — слоем графита и несколькими слоями чугуна (общая толщина — около 60 см).

При работе на полную мощность (5000 квт) атомная электростанция расходует в сутки 30 г урана 235.

Реактор работает на одной загрузке на полную мощность в течение двух с половиной месяцев.

Рабочие каналы по мере выгорания урана извлекаются из реактора и выдерживаются в специальном водохранилище для снижения их радиоактивности. Взамен вынутого рабочего канала ставится новый. Перемещение рабочих каналов производится при помощи крана, управляемого на расстоянии из специального помещения, защищенного от радиоактивных излучений.

ПЛАКАТ 11. Академия наук СССР. Атомная электростанция (схема¹)

Атомная электростанция имеет два основных замкнутых контура циркуляции воды. Первый контур: реактор (1) — теплообменник (2) — насос — реактор (1). Второй контур: теплообменник (2) — паровая турбина (3) — конденсатор (5) — насос — теплообменник (2).

Тепло, образующееся в реакторе (1), потоком воды первого контура переносится в теплообменник² (2), где оно через трубчатые поверхности нагревает и превращает воду второго контура в пар, поступающий в паровую турбину (3). Отработанный пар в конденсаторе (5) охлаждается, превращается в воду и вновь подается в теплообменник (2). Циркуляция воды осуществляется специальными насосами.

Паровая турбина (3) приводит в действие генератор электрической энергии (4). Полученная электроэнергия поступает на трансформаторную подстанцию, подключенную к общей сети.

В первом контуре электростанции циркулирует дистиллированная вода под давлением в 100 атм. При входе в реактор она имеет температуру 190°, при выходе — 260—270°. Во втором контуре образуется пар под давлением в 12,5 атм, который и поступает в турбину. Охлаждение пара в конденсаторе (5) осуществляется технически очищенной водой, которая поступает из конденсатора в брызгальный бассейн, а затем вновь подается в конденсатор.

В контурах имеется также ряд вспомогательных устройств, обеспечивающих постоянство температуры и давления воды в рабочих каналах, пополнение утечки воды и т. д.

Вода, прошедшая через реактор, становится радиоактив-

¹ На плакате приводится упрощенная схема.

² На самом деле на станции имеется 4 пары теплообменников.

ной. Поэтому все элементы первичного контура окружены защитой. Вода вторичного контура нерадиоактивна.

Атомная электростанция располагается в трех зданиях. В главном здании находятся ядерный реактор, теплообменники, насосы и другое оборудование для обслуживания реактора и проведения научных и инженерных исследований. В этом же здании вдали от реактора размещен пульт управления станции. Во втором здании находятся паровая турбина и генератор, конденсатор и другое оборудование. В третьем здании размещены вентиляционные устройства, необходимые для выброса в трубу радиоактивных газов, выделяющихся при работе реактора.

Основные операции управления атомной электростанцией производятся автоматически. На пульте управления станции сосредоточены все приборы, следящие за работой главных установок. Оператор имеет возможность постоянно контролировать мощность, развиваемую реактором, положение регулирующих стержней, температуру, давление и количество протекающей воды в каждом из 128 каналов, давление пара, поступающего в турбину, работу насосов и теплообменников и т. д. В соответствии с показаниями приборов оператор может устранять различные неполадки. Однако если он не примет необходимых мер, предотвращающих возможность аварии, то реактор все равно будет автоматически остановлен аварийными стержнями.

На особом дозиметрическом пульте находятся приборы, сигнализирующие об опасных скоплениях радиоактивных излучений. Если в каком-либо из помещений станции излучения превысят допустимую норму, то автоматически вспыхнет красная лампочка и начнет действовать звуковой сигнал. Такая система предупреждения обеспечивает безопасность работы обслуживающего персонала.

Радиоактивная пыль и газы отсасываются из помещений электростанции и через высокую трубу выбрасываются в атмосферу. Высота трубы рассчитана так, чтобы удаляемые вредные продукты не представляли опасности для населения.

Управление работой электростанции ведется с главного пульта двумя инженерами. В различных помещениях станции дежурят несколько механиков и электриков, обслуживающих машины.

ПЛАКАТ 12. Ядерный реактор (с кипящей водой)

В этом реакторе замедлителем является обычная вода, а в качестве горючего используется обогащенный уран. Вода закипает в активной зоне, и образующийся пар высокого

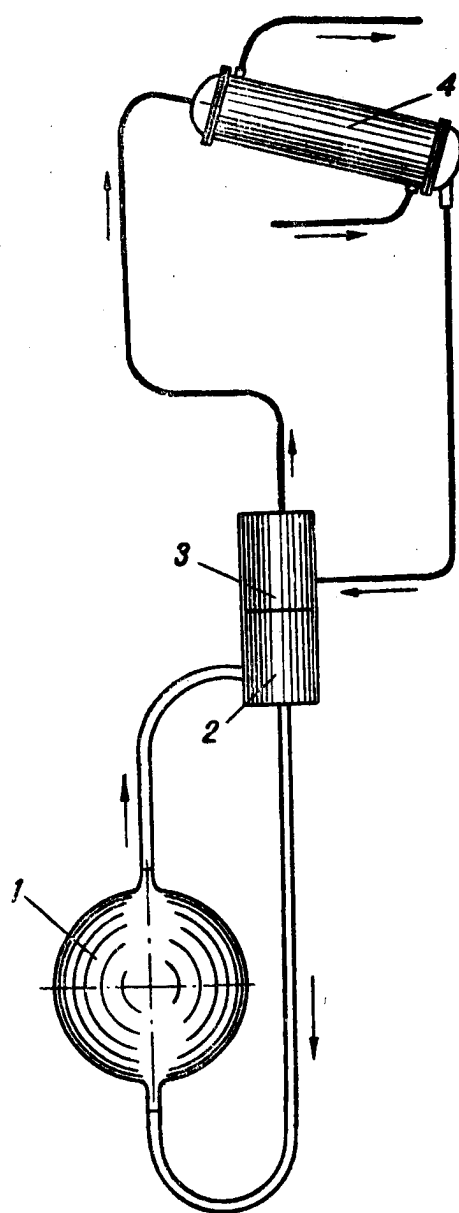


Рис. 3. Схема кипящего гомогенного реактора:
1 — реактор; 2 — разделитель; 3 — устройство для очистки пара; 4 — теплообменник.

давления подается в турбогенератор (4). Отработанный пар превращается в конденсаторе (5) в воду, которая снова возвращается в реактор. Давление пара воспринимается всем корпусом реактора; поэтому корпус изготовлен в виде толстостенного металлического цилиндра. Имеется также предохранительный клапан (на плакате не показан), который открывается, когда давление пара становится больше допустимого; тем самым реактор предохраняется от разрыва.

Характерным для такого типа реакторов является: 1) применение обычной воды одновременно в качестве замедлителя и теплоносителя и 2) наличие всего лишь одного контура циркуляции, что ведет к отсутствию теплообменника и уменьшению размеров и мощности насосов. Благодаря этим обстоятельствам конструкция станции существенно упрощается. Однако подача пара из реактора непосредственно в турбину может вызвать некоторые осложнения. Дело в том, что поступающий в турбину пар обладает радиоактивностью, так как

кислород воды, а также некоторые содержащиеся в ней незначительные примеси (например, натрий, железо) в активной зоне реактора становятся радиоактивными¹. Это может затруднить обслуживание и ремонт турбин. Дальнейшие опыты и исследования имеют целью выяснить и устранить подобные трудности.

В пятилетней программе строительства атомных электростанций в СССР предусмотрено создание опытной электростанции мощностью в 50 000 квт с реактором указанного типа.

Интересный проект атомной электростанции с гомогенным реактором с кипящей водой был предложен коллективом советских ученых, возглавляемым А. И. Алихановым. Упрощенная схема такого реактора представлена на рис. 3. Реактор (1) содержит взвесь порошкообразной окиси урана в тяжелой воде. При достижении критического объема в смеси возникает цепной процесс. Раствор нагревается и кипит. В разделителе (2) пар очищается от брызг воды, а в очистителе (3) — от радиоактивных примесей. Очищенный пар поступает в теплообменник (4) и передает тепло второму контуру. Отработанный пар конденсируется в воду и вновь возвращается в реактор. В реакторе этого типа, в отличие от предыдущего, имеется два контура циркуляции, так что в турбину поступает нерадиоактивный пар.

ПЛАКАТ 13. Ядерный реактор (с воспроизводством)

Крупным недостатком рассмотренных урановых ядерных реакторов на медленных нейтронах с графитовым замедлителем является то, что в них используется в основном уран 235. Уран 238, составляющий основную часть природного урана, почти не участвует в процессе, являясь вредным балластом, требующим применения замедлителя. Поэтому возникает вопрос: нельзя ли использовать и основную часть природного урана — уран 238?

Первый шаг в этом направлении был сделан при получении плутония. Как известно, уран 238, захватывая нейтроны, превращается в конце концов в плутоний. Можно представить себе два типа урановых ядерных реакторов на медленных нейтронах с графитовым замедлителем. В первом случае главной целью является получение большого количества энергии. Во втором случае ставится другая за-

¹ Чтобы предотвратить нежелательное попадание радиоактивных осколков деления ядер урана в пар, уран не должен соприкасаться с водой. Для этого предполагается защищать урановые стержни оболочкой из циркониевого сплава.

дача — получить как можно больше плутония. Возможности уранового реактора на медленных нейтронах с графитовым замедлителем в этом отношении довольно ограничены. В каждом акте деления ядра урана 235 в среднем освобождается 2—3 нейтрона. Для развития цепной реакции надо, чтобы один из этих нейтронов произвел новое деление ядра урана 235. Но значительная часть из оставшихся нейтронов поглотится бесполезно замедлителем, регулируемыми стержнями, примесями, дополнительными конструктивными материалами, вводимыми в активную зону реактора, так что на образование плутония пойдет лишь некоторая часть нейтронов деления.

Но можно построить реактор, воспроизводящий ядерное горючее (его называют бридером), то есть такой, в котором сгоревшее ядерное горючее не частично, а полностью заменяется вновь образовавшимся. Для этого надо значительно уменьшить бесполезную потерю нейтронов деления. Если бы мы добились того, чтобы, например, из трех нейтронов деления один шел на поддержание цепной реакции, один (обязательно) — на образование плутония, то есть на захват ураном 238, и только один бесполезно терялся, то воспроизводство ядерного горючего было бы обеспечено. В этом случае вместо одного разделившегося ядра урана 235 возникало бы одно новое ядро плутония.

В урановом реакторе на медленных нейтронах с графитовым замедлителем такие условия создать нельзя. Для этого необходимы реакторы нового типа. Один из них изображен на плакате¹. Плутоний (или уран 235, или сильно обогащенный природный уран) помещен в центре реактора. Вокруг плутония расположен уран 238. Замедлитель отсутствует. Образующиеся в плутонии в результате цепной реакции быстрые нейтроны деления попадают в ядра урана 238 и либо поглощаются ими, либо делят их в небольшом количестве. В отличие от медленных нейтронов бесполезная потеря быстрых нейтронов в примесях, осколках деления, конструктивных материалах, находящихся в активной зоне, будет значительно меньше (вспомним пример: быстрая пуля проходит более толстый слой вещества, чем медленная). Правда, с ростом энергии нейтронов вероятность деления ядер урана 235 и плутония также уменьшается, но уменьшается слабее, чем снижаются бесполезные потери. Таким образом выполняются условия, необходимые для полного воспроизводства ядерного горючего. Этому будут спо-

¹ В настоящее время осуществлены лишь опытные образцы таких реакторов.

способствовать также нейтроны, образующиеся при делении ядер урана 238.

Можно также добиться, чтобы ядерного горючего образовывалось больше, чем расходовалось, то есть осуществить расширенное воспроизводство.

После того как в уране 238 образуется достаточное количество плутония, смесь направляют на заводы химического разделения. Вновь полученным плутонием можно целиком восполнить «сгоревший» в активной зоне, а при расширенном воспроизводстве — даже получить избыточное количество плутония. Таким образом, реакторы на быстрых нейтронах дают возможность полностью использовать природные запасы всего урана, а не только его изотопа 235.

Тепло, образующееся в активной зоне реактора при делении ядер, можно отвести и использовать для промышленных целей.

В рассматриваемом реакторе (в противоположность урановому реактору на тепловых нейтронах с графитовым замедлителем) желательно как можно меньше замедлять нейтроны, чтобы снизить их бесполезную потерю. Поэтому в нем естественно использовать в качестве теплоносителя расплавленные металлы, имеющие сравнительно тяжелые ядра (например, натрий, свинец, висмут). Если прошедший через реактор металл становится сильно радиоактивным, приходится брать не два, а три контура циркуляции (в двух первых контурах — расплавленный металл, в последнем — вода). Вода третьего контура превращается в пар, который подается в турбину, связанную с генератором.

Рассмотренный цикл производства ядерного горючего называют циклом «уран 238 — плутоний 239».

В отличие от реактора на медленных нейтронах, регулирование реактора на быстрых нейтронах нельзя производить при помощи стержней, сделанных из кадмия или бора, так как эти вещества активно поглощают только медленные нейтроны. Для управления реактором на быстрых нейтронах надо брать стержни из материала, хорошо поглощающего быстрые нейтроны, например, из природного урана.

Возможно также осуществить реактор с воспроизводством на медленных нейтронах, но для этого надо использовать другой цикл: «торий 232 — уран 233». В этом случае уран 233 окружают торием 232. Цепной процесс происходит в уране 233. Но так как уран 233 слабо поглощает медленные нейтроны, то они попадают в торий 232, который их поглощает и после ряда превращений переходит в уран 233. В этом случае также можно создать условия, при которых «свежего» урана 233 получится не меньше, чем его «сгорело».

Уран 233 в природе не встречается. Он может быть получен лишь искусственным путем — при захвате нейтронов торием 232. Для этого торий 232 помещают в специальные каналы реактора (например, уранового с графитовым замедлителем), где он облучается медленными нейтронами. Тория в природе имеется в несколько раз больше, чем урана. Поэтому цикл «торий 232 — уран 233» представляет значительный практический интерес.

В пятилетней программе строительства атомных электростанций в СССР предусмотрено создание опытных атомных электростанций мощностью по 50 000 квт каждая с реакторами с воспроизводством по циклам «уран 238 — плутоний 239» и «торий 232 — уран 233».

ПЛАКАТ 14. Ядерный реактор (погруженный в воду)

Для различных научных исследований требуются интенсивные потоки нейтронов. Но в природе нет большого количества свободных нейтронов. На помощь исследователю приходят ядерные реакторы. В качестве мощных источников нейтронов используются реакторы, предназначенные для энергетических целей, и реакторы, построенные специально для физических исследований.

На этом плакате приводится типовая схема реактора, используемого специально в качестве мощного источника нейтронов. В данном реакторе тепло (в противоположность энергетическим реакторам) является побочным продуктом.

В различных странах создано несколько реакторов этого типа. В реакторе, построенном в СССР, замедлителем является обычная вода, а горючим — природный уран, обогащенный до 10% ураном 235. Активная зона реактора имеет форму, близкую к цилиндрической, и погружена в воду на глубину около 3,5 м. Диаметр активной зоны равен 40 см, а высота — 50 см. В реактор загружается около 3,5 кг урана 235. Управление осуществляется при помощи четырех стержней (три из карбида бора и один из стали), вводимых в активную зону. Для аварийной остановки реактора имеется три стержня из карбида бора. В качестве защиты используются вода и чугун (последний на плакате не показан). Вода служит и теплоносителем. Специальными насосами она непрерывно подается в теплообменник, где охлаждается водой вторичного контура (циркуляция воды на плакате не показана). В активной зоне реактора получается поток, равный приблизительно 2000 миллиардов нейтронов через 1 см² в 1 секунду.

В некоторых реакторах этого типа выделяется столь малое количество тепла, что нет надобности осуществлять циркуляцию воды.

ПЛАКАТ 15. Термоядерная реакция

Наиболее прямой путь получения атомной энергии — непосредственное соединение (синтез) свободных нейтронов и протонов в ядра (плакат 4). Он не может быть использован практически из-за отсутствия в природе необходимого количества свободных нейтронов. Однако удалось осуществить ряд реакций соединения легких ядер, которые либо существуют в природе, либо могут быть получены в достаточных количествах искусственным путем. Такие реакции также сопровождаются освобождением энергии. К ним относится, например, соединение двух протонов в ядро дейтерия (при этом один из протонов превращается в нейтрон, испуская положительно заряженную частицу — позитрон);

протон + протон \rightarrow дейтерий + позитрон;

соединение дейтерия и трития с образованием ядра гелия и нейтрона (верхний рисунок плаката);

дейтерий + тритий \rightarrow гелий + нейтрон;

соединение ядра лития 6 и дейтерия с образованием двух ядер гелия (нижний рисунок плаката);

литий 6 + дейтерий \rightarrow гелий + гелий и т. п.

Характерным для таких реакций является то, что участвующие в них частицы обладают одноименным (положительным) зарядом. Поэтому при сближении их на такие расстояния, где будут действовать ядерные силы притяжения, быстро возрастают электростатические силы отталкивания. Для преодоления действия сил отталкивания частицы должны обладать очень большой энергией.

Первые реакции соединения были осуществлены физиками более двух десятков лет назад, когда были построены ускорители — специальные аппараты для получения заряженных частиц больших энергий. Так, если «обстрелять» ядро лития протонами больших энергий, полученными в ускорителе, то образуется неустойчивое ядро бериллия 8, которое распадается на два ядра гелия: литий 7 + протон \rightarrow бериллий 8 \rightarrow гелий + гелий. Такое превращение сопровождается выделением энергии, которую уносят ядра гелия, разлетающиеся с огромными скоростями. Энергия ядер гелия более чем в 20 раз превосходит энергию первоначального бомбардирующего протона. Однако этот способ получения атомной энергии не имеет практического значения, так как приблизительно лишь один из 10 000 000 протонов вызывает превращение. Поэтому энергия, затраченная на создание протонов, будет в 500 000 раз больше той, которая может быть получена.

Было осуществлено много других ядерных реакций со-

единения, подобных разобранной, но все они обладают тем же недостатком.

Впервые реакции соединения легких ядер приобрели практическое значение после того, как при взрыве атомной бомбы были получены колоссальные температуры. С ростом температуры скорости (энергии) частиц возрастают и при миллионах градусов достигают таких значений, при которых становится возможной реакция соединения. Если взять прочную металлическую оболочку, наполнить ее, например, дейтерием и тритием и поместить туда же атомную бомбу (урановую или плутониевую), то при взрыве атомной бомбы образуется столь высокая температура, что дейтерий и тритий начнут превращаться в гелий. Освобождаемая при этом огромная энергия будет поддерживать высокую температуру, необходимую для протекания реакции соединения, то есть процесс «горения» смеси дейтерия и трития будет поддерживать сам себя. Такой самоподдерживающийся процесс соединения легких ядер, происходящий при высоких температурах, получил название термоядерной реакции.

Так как «горение» смеси дейтерия и трития продолжается ничтожные доли секунды и сопровождается освобождением огромного количества энергии, такой процесс носит характер взрыва (водородная бомба). При взрыве смеси дейтерия и трития освобождается приблизительно в 5 раз больше энергии, чем при взрыве урана или плутония (такого же веса).

Увеличение мощности водородной бомбы не связано с ограничениями, имеющими место в случае атомной бомбы и определяемыми критической массой урана и плутония.

Применение дейтерия и трития (верхний рисунок плаката) для осуществления термоядерных реакций выгодно потому, что в этой смеси реакция начинает развиваться при температурах более низких, чем при использовании других веществ. Тритий в природе не встречается и может быть получен лишь искусственным путем. Для этого литий 6 помещают в специальные каналы ядерного реактора и облучают нейтронами. При этом литий 6 переходит в литий 7, распадающийся на тритий и ядро гелия. Ядра трития довольно устойчивы.

В связи со сложностью получения трития представляет интерес термоядерная реакция, идущая в смеси лития 6 и дейтерия (нижний рисунок плаката). Для «зажигания» этой смеси необходима более высокая температура, а при «сгорании» освобождаются несколько меньшие количества энергии. Зато для осуществления такой термоядерной реак-

ции требуется вместо трития литий 6, достаточное количество которого имеется в природе.

Термоядерная реакция в водородной бомбе носит характер взрыва. Усилия ученых многих стран мира направлены к созданию управляемой термоядерной реакции.

Существенных успехов на пути к разрешению этой задачи добились советские ученые (Л. А. Арцимович, М. А. Леонтович, И. Е. Тамм, А. Д. Сахаров и др.), исследовавшие возможность осуществления управляемых термоядерных реакций при помощи газовых разрядов.

Наиболее подходящими для этого являются дейтерий и тритий, так как в смеси этих изотопов водорода термоядерная реакция начинает развиваться при температурах более низких, чем при использовании других веществ. Чтобы поднять температуру смеси дейтерия и трития до миллионов градусов, надо затратить сравнительно небольшую энергию. Так, для нагревания одного грамма дейтерия до температуры в миллион градусов требуется затратить несколько киловатт-часов, то есть энергию, при помощи которой можно вскипятить воду в большом семейном самоваре. При получении же грамма гелия путем соединения дейтерия и трития выделяется в сотни тысяч раз больше энергии. Однако, чтобы реализовать это преимущество, надо преодолеть две существенные трудности.

Первая из них — менее важная — заключается в том, что уже при температуре в $100\,000^\circ$ в твердом или жидком дейтерии возникают очень большие давления — более миллиона атмосфер. Такого давления не выдержит никакая оболочка. Поэтому в веществе с большой плотностью термоядерную реакцию можно возбудить только на очень короткий промежуток времени и она будет носить характер слабого взрыва. Эту трудность можно преодолеть, применяя газообразный дейтерий, в котором при тех же температурах возникают несколько меньшие давления.

Вторая — главная — трудность заключается в том, что при нагревании дейтерия его частицы, приобретая большие скорости, разлетаются во все стороны, сталкиваются со стенками сосуда, в котором они заключены, и передают им свою энергию. Уже при температуре в несколько десятков тысяч градусов потери энергии становятся столь большими, что никакие мощные потоки тепла не могут восполнить эти потери и дальнейшее повышение температуры оказывается невозможным.

Каким же образом осуществить необходимую теплоизоляцию? Так как речь идет о температурах в миллион градусов, то никакие материалы для этой цели непригодны. При очень высоких температурах дейтерий и тритий суще-

ствуют в виде плазмы — среды, состоящей из электронов и голых ядер, лишенных электронных оболочек. Поэтому было предложено использовать для теплоизоляции магнитное поле. Магнитное поле существенным образом изменяет характер движения голых ядер, обладающих электрическим зарядом: вместо движения по прямым линиям они начинают двигаться по малым спиральям. Образно говоря, в магнитном поле ядра окажутся плененными в плазме, как белка в колесе, и передача тепла внешней среде значительно уменьшится.

Плазма обладает электропроводностью, поэтому если пропустить через нее электрический ток, создавая газовый разряд, то можно одновременно и нагреть плазму и создать теплоизолирующее магнитное поле. В проведенных опытах наибольшая сила тока (в импульсе) достигла 2 миллионов ампер (в обычных электрических лампочках протекает ток около 1 ампера). Мгновенная мощность, выделявшаяся при таких кратковременных разрядах, значительно более сильных, чем удар молнии, в 10 раз превосходила мощность Куйбышевской гидроэлектростанции.

Опыты показали, что, пропуская ток силой в несколько сот тысяч ампер через разреженный газ, состоящий из дейтерия и трития, действительно можно нагреть образующийся сгусток плазмы до температуры около миллиона градусов и осуществить тем самым термоядерную реакцию. Такую температуру в лабораторных условиях ранее никому получить не удавалось. Только при атомных и водородных взрывах достигается более высокая температура. Однако наблюдатель не рискнет приблизиться к месту взрыва на расстояние, меньшее нескольких километров. В описанных же опытах тонкая струйка раскаленной плазмы, заключенная внутри разрядной камеры, безопасна для окружающих, так как содержит небольшое количество реагирующего вещества¹.

В настоящее время еще не ясно, удастся ли, идя по такому пути, подойти к созданию регулируемой термоядерной реакции большой интенсивности. Ответ на этот вопрос дадут дальнейшие исследования.

Интересно отметить, что температура в недрах Солнца и некоторых звезд столь высока, что там могут происходить термоядерные реакции. Этому способствует и то обстоятельство, что заключенное в звездных недрах вещество находится под огромным давлением и потому чрезвычайно уплотнено.

¹ При разряде образуются также нейтроны и сильно проникающее рентгеновское излучение; причина появления этих излучений пока не ясна.

Предположение, что солнечная энергия образуется в результате термоядерной реакции, основывается на том, что Солнце состоит главным образом из легких элементов — водорода (составляющего около половины всей массы Солнца), гелия, углерода и т. п.; тяжелых же элементов (урана, тория) на Солнце очень мало, так что связанные с ними ядерные процессы не могут быть основными источниками солнечной энергии. В настоящее время еще нельзя сказать с полной уверенностью, какие именно ядерные реакции соединения лежат в основе термоядерных реакций на Солнце.

Весьма заманчивой является идея осуществления управляемой термоядерной реакции, идущей не кратковременными импульсами, а непрерывно. Для этой цели можно было бы попытаться создать, например, искусственное Солнце на земле. Однако вряд ли удастся в этом добиться успеха — длительное поддержание необходимых грандиозных давлений и температур, по-видимому, в наших земных условиях осуществить нельзя. Не исключено, что эта задача будет решена другими путями.

ПЛАКАТ 16. Ядерное горючее

Уран встречается в природе в основном в виде руд. Наиболее важной из них является уранит, содержащий до 50% урана.

Добытую руду сначала очищают от горной породы, не содержащей урана. Затем обогащенную руду направляют на химические и металлургические заводы, где получают чистый уран (верхний рисунок плаката).

«Свежие» урановые стержни безопасны, и только пробыв некоторое время в ядерном реакторе, они становятся сильно радиоактивными. Отработанные урановые стержни направляются из реактора на заводы химического разделения. Здесь из них выделяется «несгоревший» уран, который вновь используется в реакторах.

Отдельные радиоактивные осколки, образовавшиеся при делении ядер, также находят применение в самых различных областях науки и техники в виде источников гамма-излучения, «меченых атомов» и т. п.

Существенным преимуществом ядерного горючего является его большая теплотворная способность (нижний рисунок плаката): при делении всех ядер, содержащихся в 1 кг урана, освобождается приблизительно такое же количество энергии, как при сгорании 1500 т нефти, или 2500 т каменного угля, или 4 000 000 м³ газа, или при падении 50 000 000 м³ воды с высоты 30 м.

	<i>Стр.</i>
СОДЕРЖАНИЕ	
Введение	3
Плакат 1. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева .	4
Плакат 2. Строение атома	5
Плакат 3. Строение ядра	6
Плакат 4. Деление ядер	8
Плакат 5. Цепная реакция	11
Плакаты 6 и 7. Критический объем	13
Замедление нейтронов	13
Плакаты 8 и 9. Основные элементы ядерного реактора	18
Плакат 10. Атомная электростанция Академии наук	23
Плакат 11. Академия наук СССР. Атомная электростанция (схема)	25
Плакат 12. Ядерный реактор (с кипящей водой)	26
Плакат 13. Ядерный реактор (с воспроизводством)	28
Плакат 14. Ядерный реактор (погруженный в воду)	31
Плакат 15. Термоядерная реакция	32
Плакат 16. Ядерное горючее	36

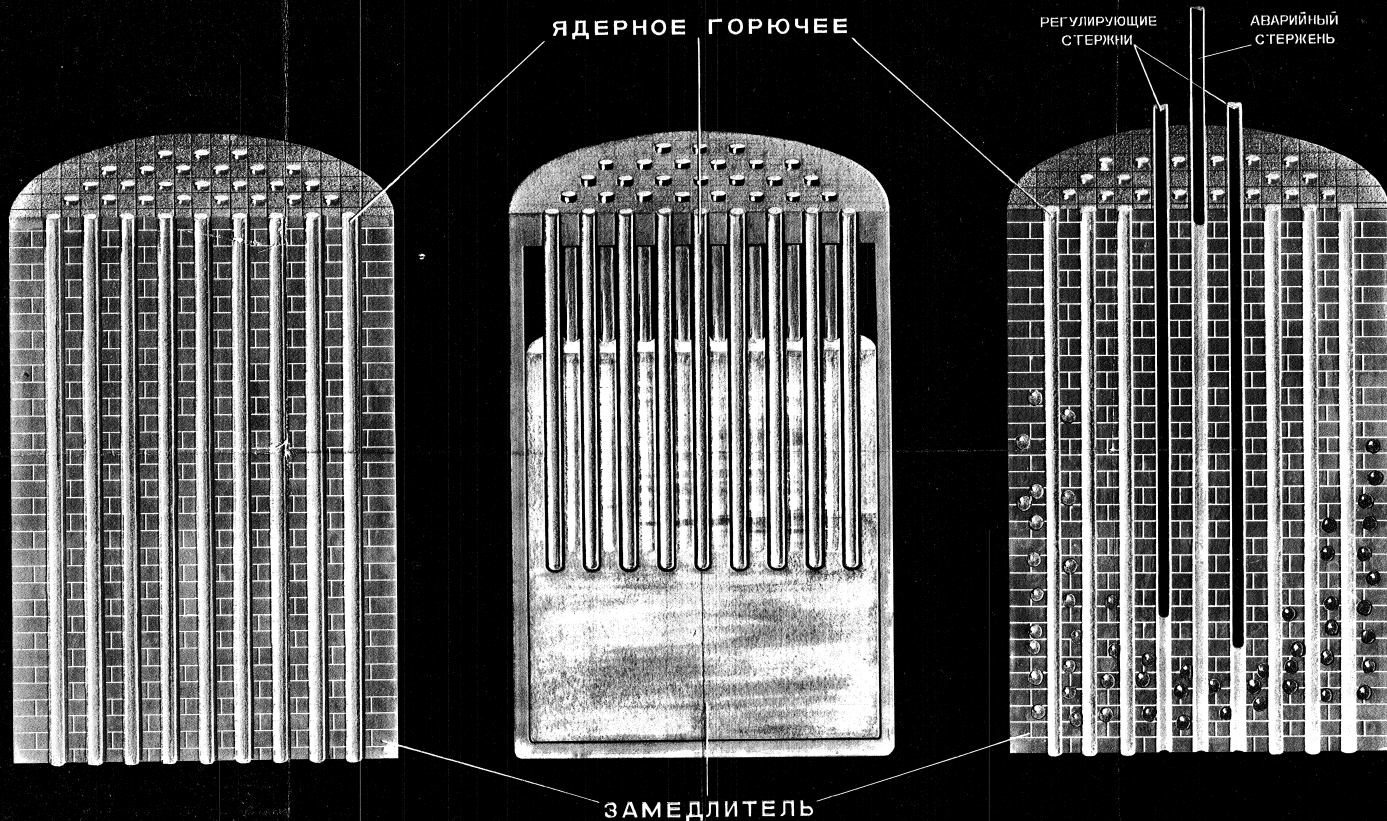
Автор **Николай Федорович Нелипа.**
Редактор **И. Б. Файнбойм.**
Специальный редактор **В. А. Лешковцев**
A00571. Подписано к печати 28/II 1957 г. Тираж 35 000 экз.
Бумага 60×92. 1,125 бум. л. = 2¹/₄ печ. л. Уч.-изд. л.
Заказ 123. Бесплатно. Полиграфический комбинат, г. Калинин

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/12 : CIA-RDP80T00246A045400240001-1

БЕСПЛАТНО

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/12 : CIA-RDP80T00246A045400240001-1

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА



Устройство, в котором осуществляется управляемая цепная реакция, называется ядерным реактором. Главные элементы реактора на медленных нейтронах — ядерное горючее (чаще всего уран, обогащенный изотопом 235) и замедлитель (графит, обычная вода, тяжелая вода).

Для изменения числа ядерных делений и, следовательно, мощности реактора, служат регулирующие стержни; они сделаны из материала, хорошо поглощающего нейтроны (кадмий, бор и т. п.). Регулирование производится подъемом и опусканием стержней. Такие же стержни используются и для быстрого прекращения работы реактора (аварийные стержни).

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

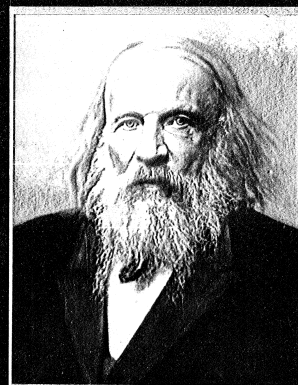
Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/12 : CIA-RDP80T00245A045400240001-1

Некоторые из них (3/350 и 3/634). Для некоторых из них (15 штук) 32 руб. Для одного из них — 2 руб. Всего 35 000 руб. Штук № 131.

Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/12 : CIA-RDP80T00349A004500030001-1

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

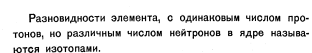
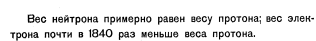
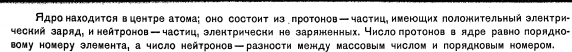
		Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В												
РЯДЫ		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			0		
ПЕРИОДЫ	1	¹ H ВОДОРОД 1,0080						(H)				² He ГЕЛИЙ 4,003		
	2	³ Li ЛИТИЙ 6,940	⁴ Be БЕРИЛЛИЙ 9,013	⁵ B БОР 10,82	⁶ C УГЛЕРОД 12,011	⁷ N АЗОТ 14,008	⁸ O КИСЛОРОД 16	⁹ F ФТОР 19,00				¹⁰ Ne НЕОН 20,183		
	3	¹¹ Na НАТРИЙ 22,991	¹² Mg МАГНИЙ 24,32	¹³ Al АЛЮМИНИЙ 26,98	¹⁴ Si КРЕМНИЙ 28,09	¹⁵ P ФОСФОР 30,975	¹⁶ S СЕРА 32,066	¹⁷ Cl ХЛОР 35,457				¹⁸ Ar АРГОН 39,944		
	4	¹⁹ K КАЛИЙ 39,100	²⁰ Ca КАЛЬЦИЙ 40,08	²¹ Sc СКАНДИЙ 44,96	²² Ti ТИТАН 47,90	²³ V ВАНАДИЙ 50,95	²⁴ Cr ХРОМ 52,01	²⁵ Mn МАРГАНЕЦ 54,94	²⁶ Fe ЖЕЛЕЗО 55,85	²⁷ Co КОБАЛЬТ 58,94	²⁸ Ni НИКЕЛЬ 58,69			
	5	²⁹ Cu МЕДЬ 63,54	³⁰ Zn ЦИНК 65,38	³¹ Ga ГАЛЛИЙ 69,72	³² Ge ГЕРМАНИЙ 72,60	³³ As МЫШЬЯК 74,91	³⁴ Se СЕЛЕН 78,96	³⁵ Br БРОМ 79,916				³⁶ Kr КРИПТОН 83,80		
	6	³⁷ Rb РУБИДИЙ 85,48	³⁸ Sr СТРОНЦИЙ 87,63	³⁹ Y ИТРИЙ 88,92	⁴⁰ Zr ЦИРКОНИЙ 91,22	⁴¹ Nb НИОБИЙ 92,91	⁴² Mo МОЛИБДЕН 95,95	⁴³ Tc ТЕХНЕЦИЙ (99)	⁴⁴ Ru РУТЕНИЙ 101,1	⁴⁵ Rh РОДИЙ 102,91	⁴⁶ Pd ПАЛЛАДИЙ 106,7			
	7	⁴⁷ Ag СЕРЕБРО 107,880	⁴⁸ Cd КАДМИЙ 112,41	⁴⁹ In ИНДИЙ 114,76	⁵⁰ Sn ОЛОВО 118,70	⁵¹ Sb СУРЬМА 121,76	⁵² Te ТЕЛЛУР 127,61	⁵³ J ИОД 126,91				⁵⁴ Xe КСЕНОН 131,3		
8	⁵⁵ Cs ЦЕЗИЙ 132,91	⁵⁶ Ba БАРИЙ 137,36	^{57 *} La ЛАНТАН 138,92	⁷² Hf ГАФНИЙ 178,6	⁷³ Ta ТАНТАЛ 180,95	⁷⁴ W ВОЛЬФРАМ 183,92	⁷⁵ Re РЕНИЙ 186,31	⁷⁶ Os ОСМИЙ 190,2	⁷⁷ Ir ИРИДИЙ 192,22	⁷⁸ Pt ПЛАТИНА 195,23				
	⁷⁹ Au ЗОЛОТО 197,0	⁸⁰ Hg РУТУТЬ 200,61	⁸¹ Tl ТАЛЛИЙ 204,39	⁸² Pb СВИНЕЦ 207,21	⁸³ Bi ВИСМУТ 209,0	⁸⁴ Po ПОЛОНИЙ 210	⁸⁵ At АСТАТИЙ (210)				⁸⁶ Rn РАДОН 222			
9	⁸⁷ Fr ФРАНЦИЙ (223)	⁸⁸ Ra РАДИЙ 226,05	⁸⁹ Ac АКТИНИЙ 227	⁹⁰ Th ТОРИЙ 232,05	⁹¹ Pa ПРОТАКТИНИЙ 231	^{92 **} U УРАН 238,07								
* Л А Н Т А Н О И Д Ы 58-71														
	⁵⁸ Ce ЦЕРИЙ 140,13	⁵⁹ Pr ПРАЗЕОДИМ 140,92	⁶⁰ Nd НЕОДИМ 144,27	⁶¹ Pm ПРОМЕТЕЙ (145)	⁶² Sm САМАРИЙ 150,43	⁶³ Eu ЕВРОПИЙ 152,0	⁶⁴ Gd ГАДОЛИНИЙ 156,9	⁶⁵ Tb ТЕРБИЙ 158,93	⁶⁶ Dy ДИЦИОНИЙ 162,46	⁶⁷ Ho ГОЛДИЙ 164,94	⁶⁸ Er ЭРБИЙ 167,2	⁶⁹ Tm ТУЛИЙ 168,94	⁷⁰ Yb ИТТЕРБИЙ 173,04	⁷¹ Lu ЛУТЕЦИЙ 174,99
* * Т Р А Н С У Р А Н О В Ы Е Э Л Е М Е Н Т Ы 93-101														
	⁹³ Np НЕПТУНИЙ (237)	⁹⁴ Pu ПУТОЛИЙ (242)	⁹⁵ Am АМЕРИЦИЙ (243)	⁹⁶ Cm КУРИЙ (245)	⁹⁷ Bk БЕРКЛИЙ (249)	⁹⁸ Cf КАЛИФОРНИЙ (251)	⁹⁹ Es ЭЙНШТЕЙНИЙ (253)	¹⁰⁰ Fm ФЕРМИЙ (255)	¹⁰¹ Md МЕНДЕЛЕЕВ (256)					



Великий русский учёный Д. И. Менделеев открыл закон периодической зависимости химических свойств элементов от их атомного веса и на основании этого закона разместил элементы в таблицу.

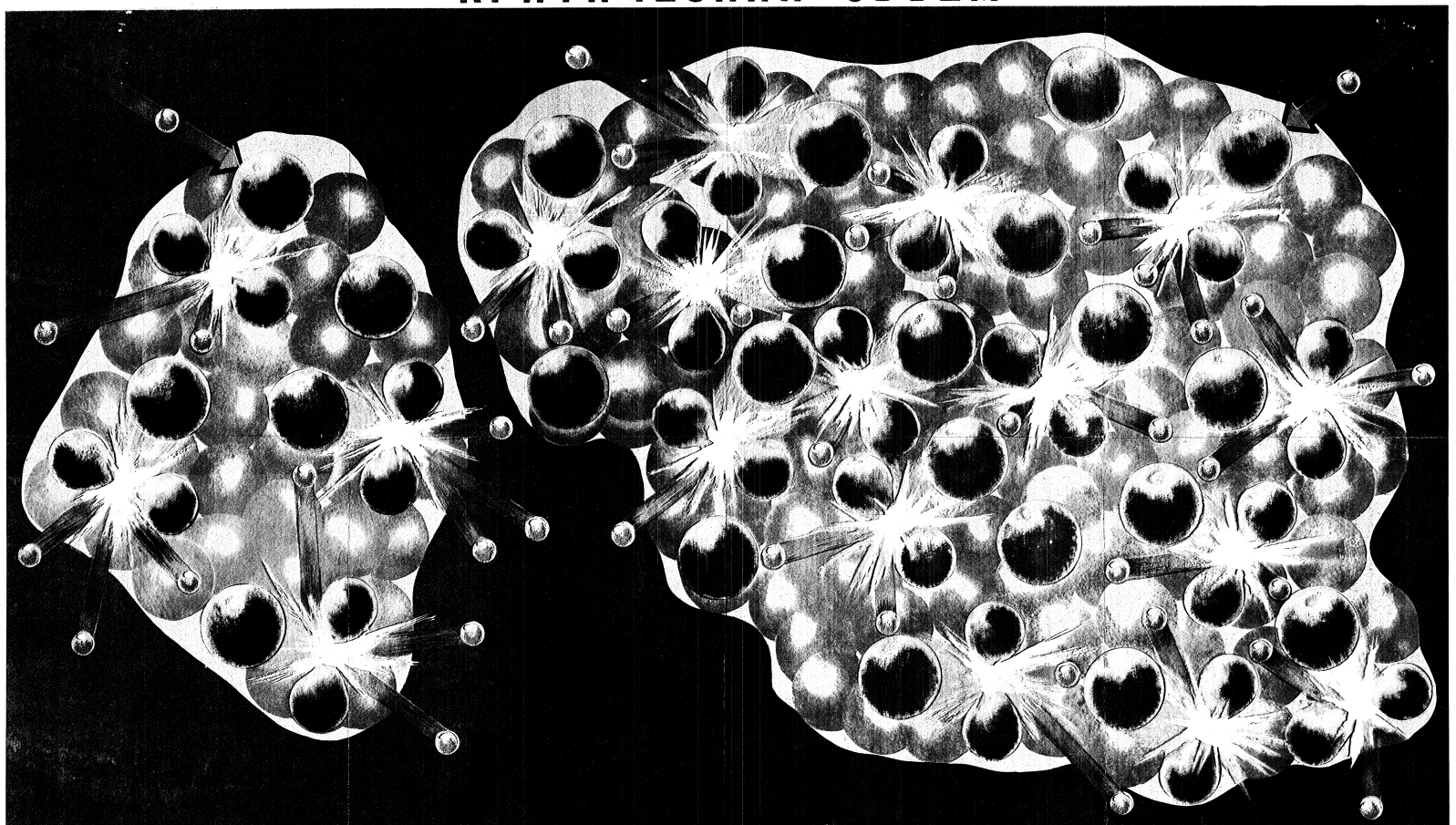
Каждый элемент таблицы Менделеева характеризуется порядковым номером и атомным весом.

У 92
УРАИ
238.07



Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/12 : CIA-RDP80T00246A046400240001-1

КРИТИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ



Часть нейтронов, образовавшихся при делении ядер урана, может вылететь из куска урана. Наименьший объем ядерного горючего, в котором будет развиваться цепная реакция деления ядер, называется критическим объемом.

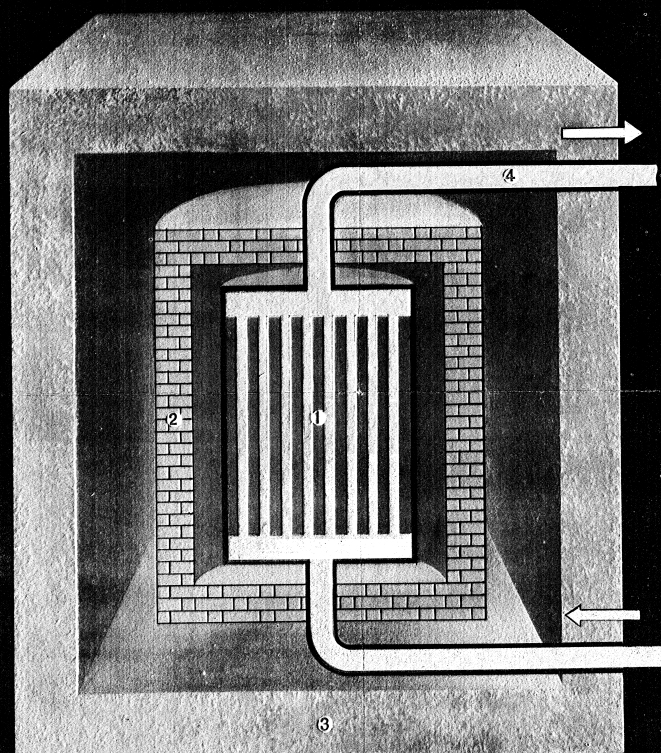
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

ВСЕОБЩЕЕ ОБЩЕСТВО ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/12 : CIA-RDP80T00246A046400240001-1

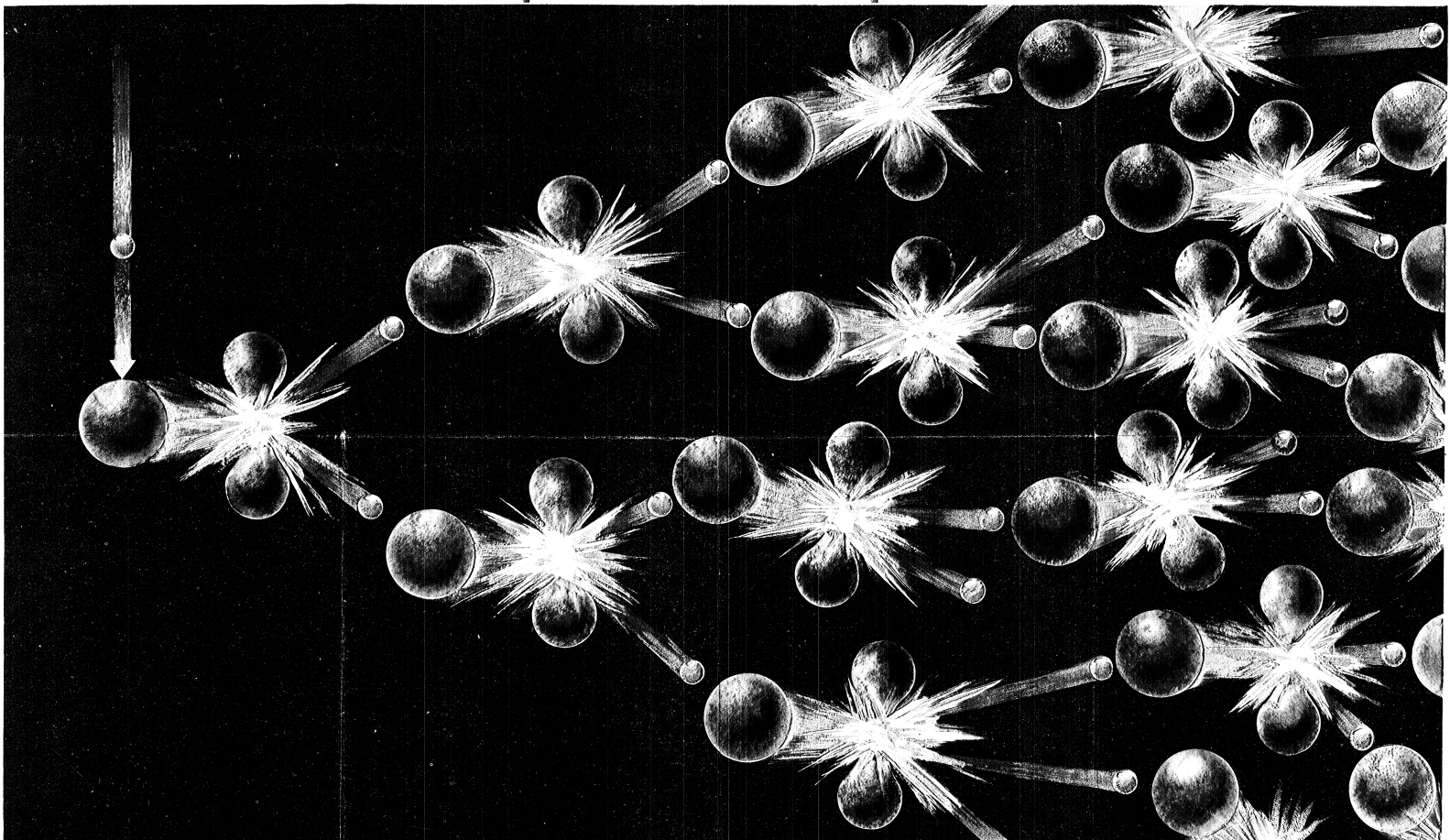
Подготовка к печати 9/54 г. 809154. Цена (включая доставку) 70 коп. 11 стр. Цена книги в переплете — 2 руб. Тираж 25 000 экз. Заказ № 125.

Автор — кандидат физико-математических наук В. Ф. Мухомов. Научный редактор — доктор физико-математических наук профессор Г. И. Не-
румович. Редакторы: С. В. Воронин, В. А. Голубев, В. А. Голубев и
С. В. Голубев. Художественный редактор В. В. Сидоров.



Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/12 : CIA-RDP80T00245A045400240001-1

ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ



Нейтрон, попавший в кусок урана, может вызвать появление большого числа нейтронов, которые разделят многие ядра урана, — произойдет ядерная цепная реакция. Такая реакция сопровождается выделением колоссального количества энергии.

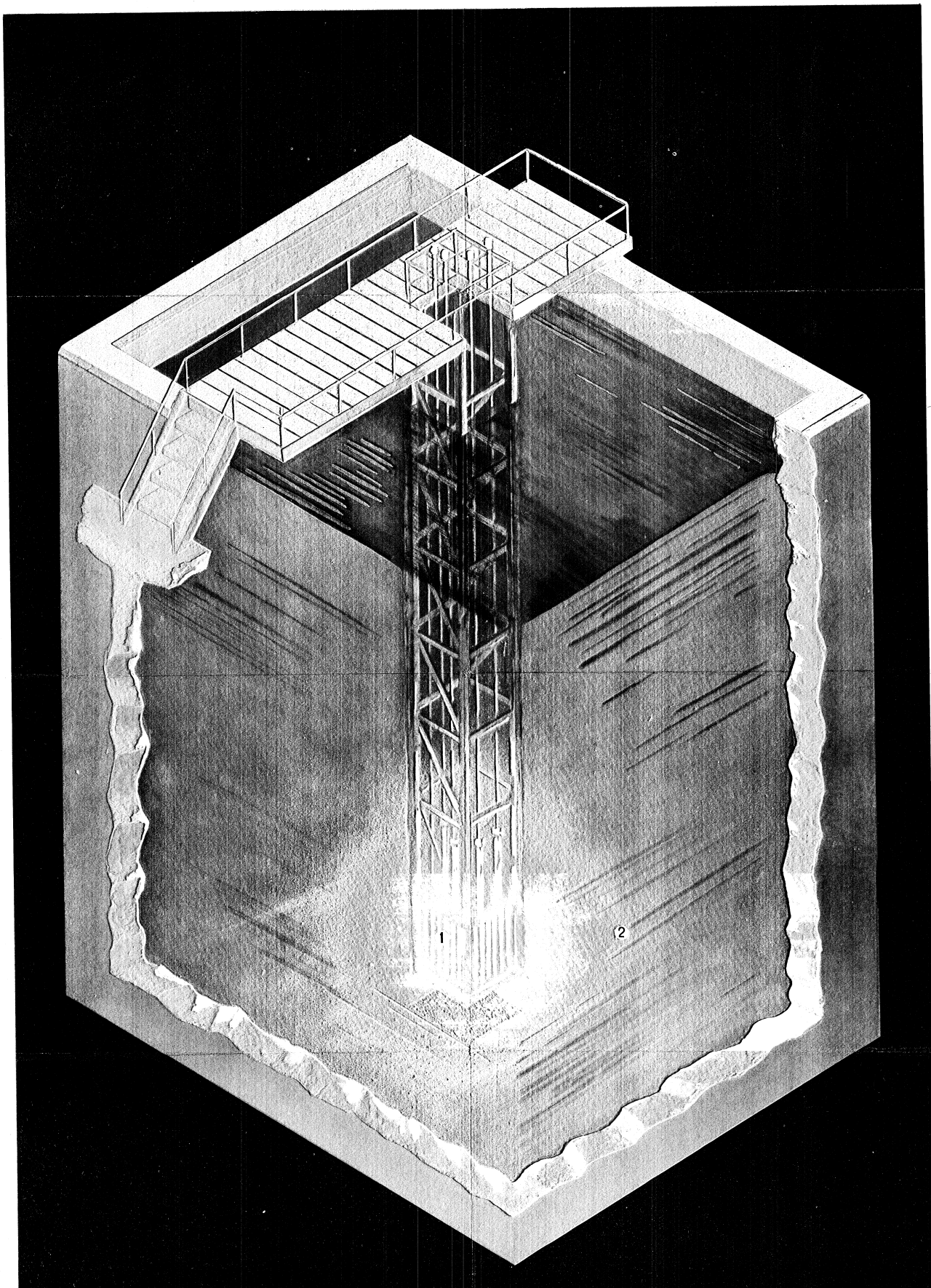
ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЗНАНИЕ“

Всесоюзное общество по распространению политических и научных знаний

Шрифты в рамках 9×14 см. 1983 г. Цена книги 1 руб. 50 коп. (в пер.) 2 руб. 50 коп. (в пер.) 2 руб. 50 коп. (в пер.) 2 руб. 50 коп. (в пер.)

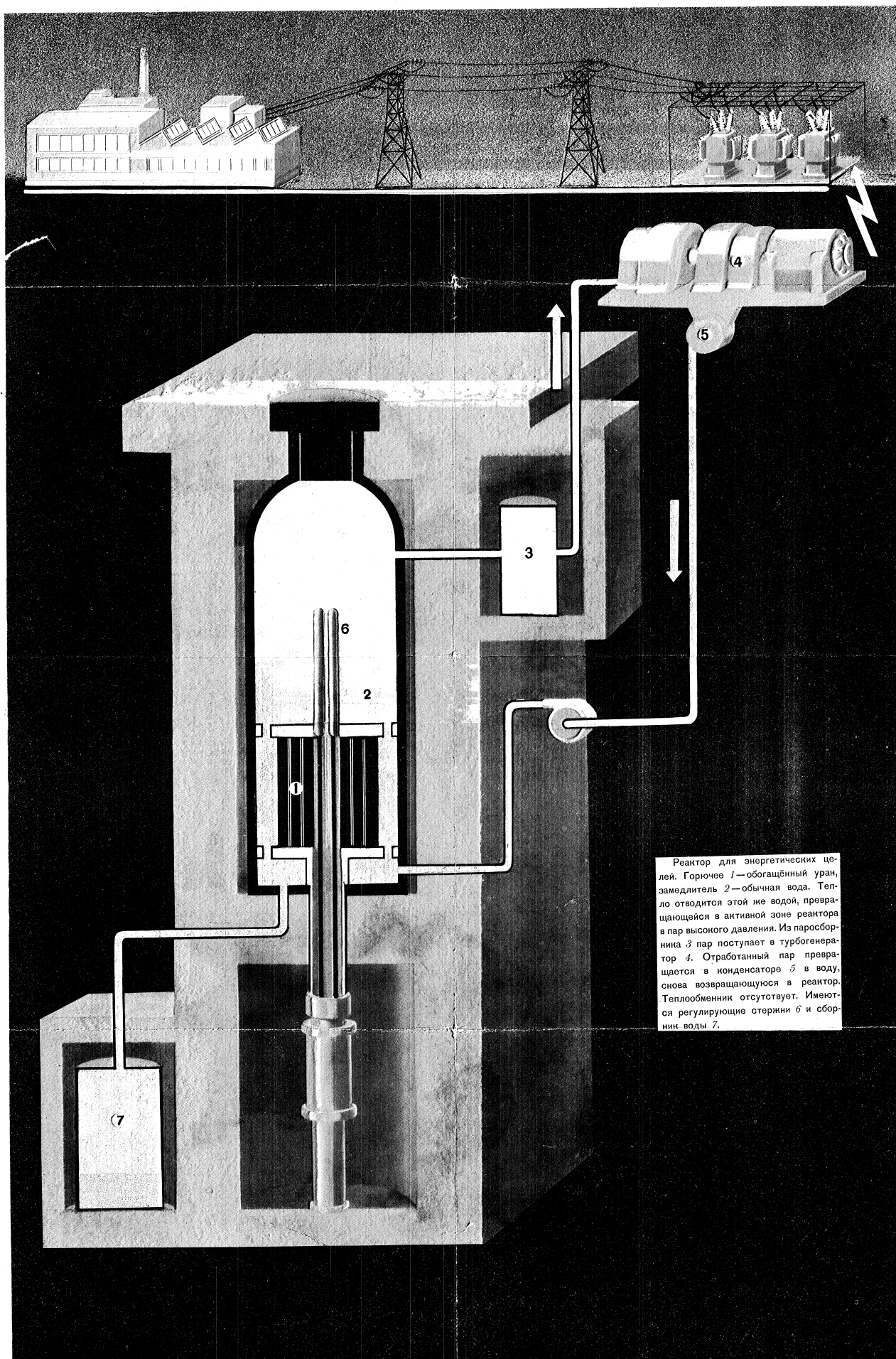
Авторы — академики физико-математических наук В. Ф. Зелинский, доктор физико-математических наук Г. И. Не-
красовский, доктор физико-математических наук А. А. Сидоров, доктор физико-математических наук К. Е. Сидоров, доктор физико-математических наук К. Е. Сидоров.

ЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР (ПОГРУЖЕННЫЙ В ВОДУ)



Реактор для получения мощных потоков нейтронов, необходимых для научных исследований. Стержни 1 из сильно обогащенного урана погружены в обычную воду 2, которая одновременно является замедлителем, теплоносителем и защитой.

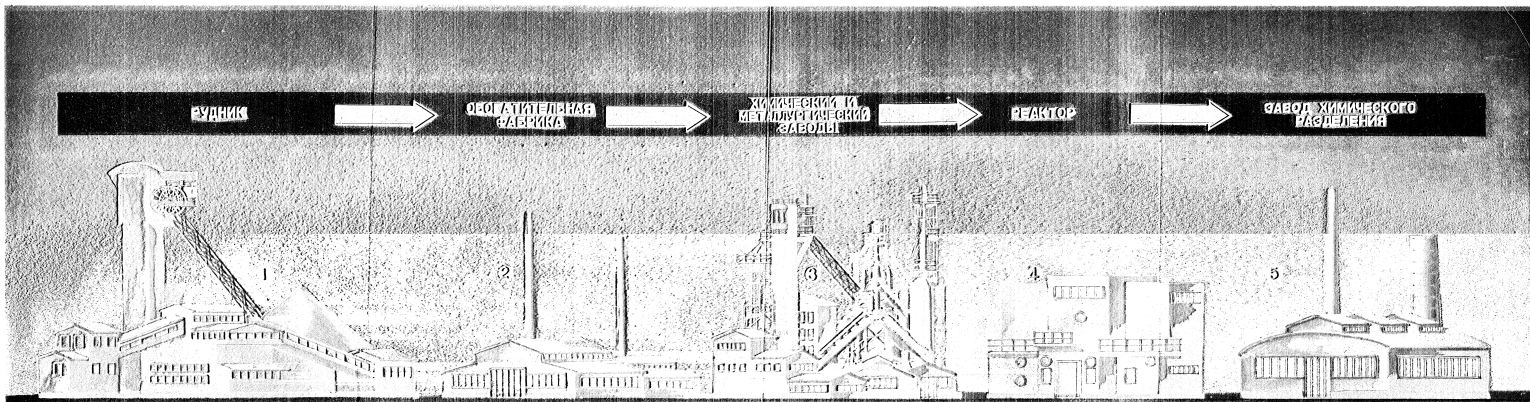
ЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР (с кипящей водой)



Реактор для энергетических целей. Горючее 1 — обогащенный уран, замедлитель 2 — обычная вода. Тепло отводится этой же водой, превращающейся в активной зоне реактора в пар высокого давления. Из парогенератора 3 пар поступает в турбогенератор 4. Отработанный пар превращается в конденсаторе 5 в воду, снова возвращающуюся в реактор. Теплообменник отсутствует. Имеются регулирующие стержни 6 и сборник воды 7.

ЯДЕРНОЕ ГОРЮЧЕЕ

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/12 : CIA-RDP80T00246A04040001-1

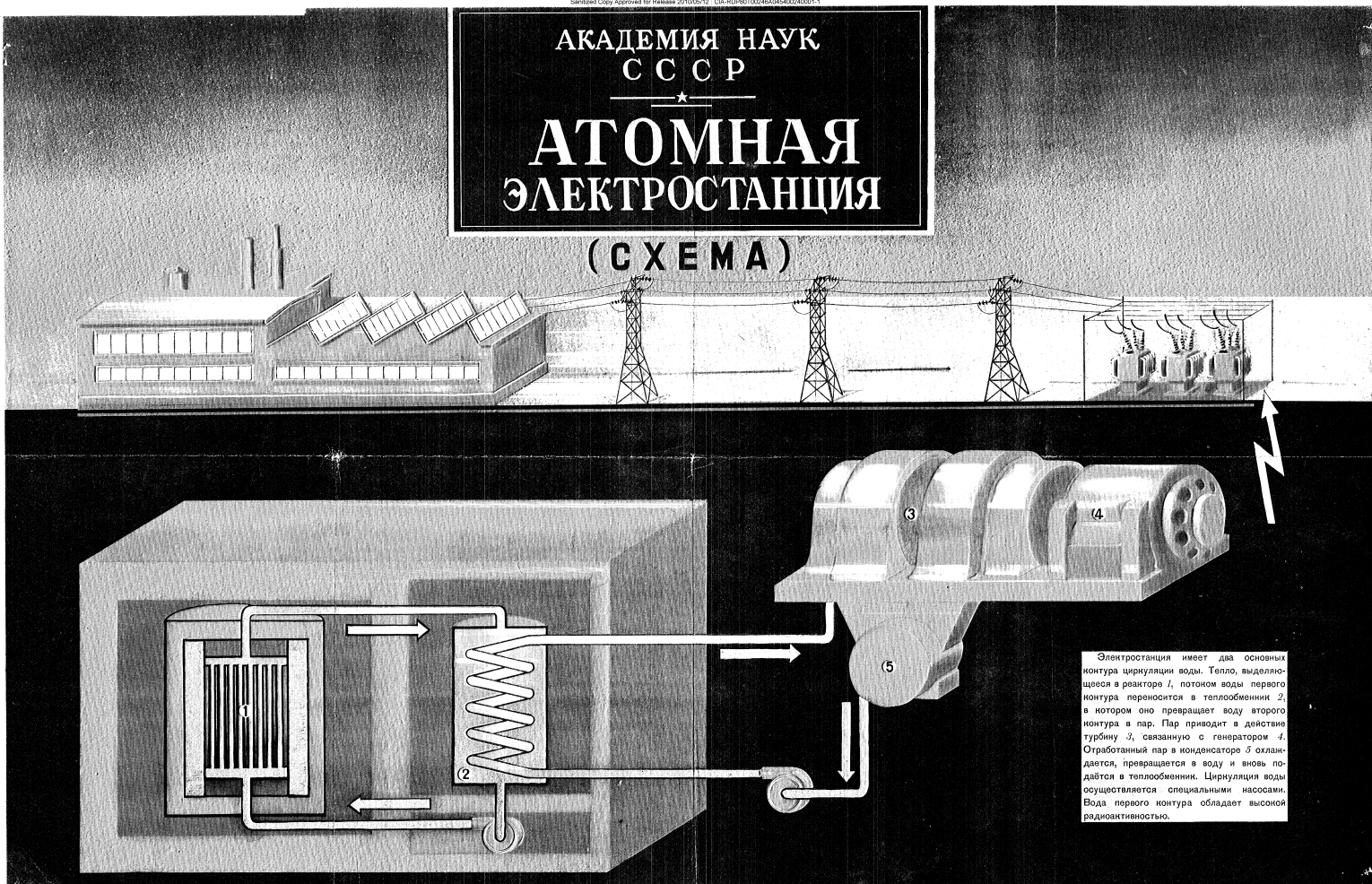


Уран встречается в природе в основном в виде руд. Из рудинка 1 руда направляется на обогащающую фабрику 2 для отделения от пустой породы; затем на химическом и металлургическом заводах 3 получают чистый уран, используемый в реакторе 4. На заводе химического разделения 5 из отработанных стержней выделяется „неисгоравший“ уран и продукты деления ядер — радиоактивные изотопы.

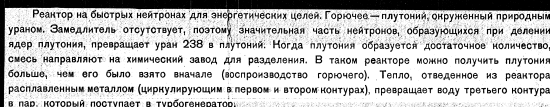
При делении атомов ядер 1 килограмма урана освобождается приблизительно такое же количество энергии, как при сжигании 1500 тонн нефти, или 2500 тонн каменного угля, или 4 миллионов кубометров газа, или как при падении 50 миллионов кубометров воды с высоты 30 метров.



АКАДЕМИЯ НАУК
СССР
★
**АТОМНАЯ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ**
(СХЕМА)



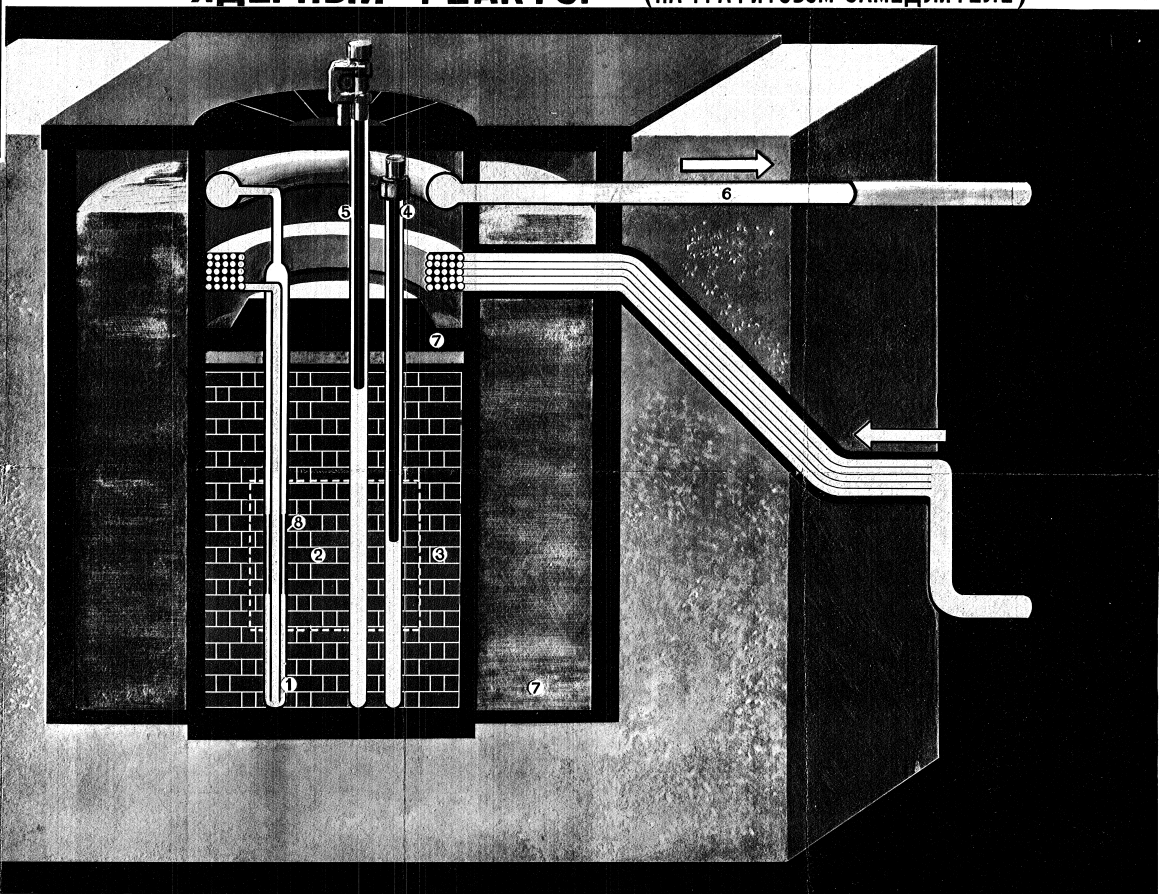
Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/12 : CIA-RDP80T00248A045400240001-1



Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/12 : CIA-RDP80T00346A045400040001-1

ЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР (НА ГРАФИТОВОМ ЗАМЕДЛИТЕЛЕ)

АКАДЕМИЯ НАУК
СССР
—★—
**АТОМНАЯ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ**



Горючее—обогащенный уран. Уран находится в 128 каналах 1, пронизывающих графитовый цилиндр. Внутренняя часть этого цилиндра—замедлитель 2, внешняя—отрагатель 3. Имеется 22 регулирующих стержня 4 и 2 аварийных 5. Теплоноситель 6—дистиллированная вода под давлением 100 атмосфер. Защита 7—обычная вода, бетон, чугун, 8—уран.

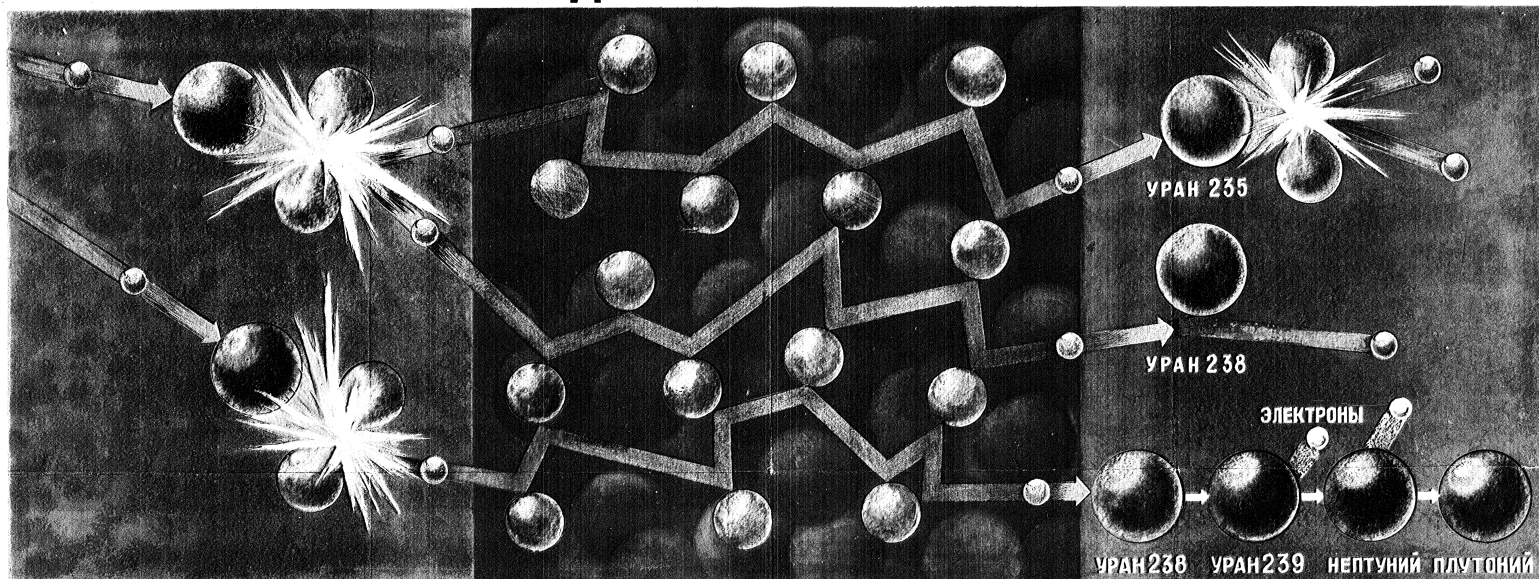
Автор—инженер-физик-теоретик И. Ф. Волков. Научный редактор—доктор физико-математических наук, профессор Г. М. Шапиро. Редакторы—С. К. Романов, В. А. Романов, В. А. Романов, С. К. Романов. Технический редактор—С. К. Романов.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»
ВООРУЖЕННОЕ ОБЩЕСТВО ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПРОФИТИРОВКИ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

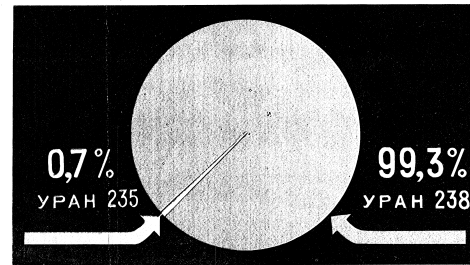
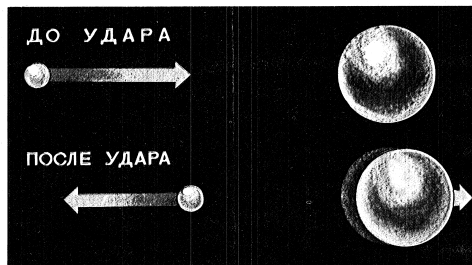
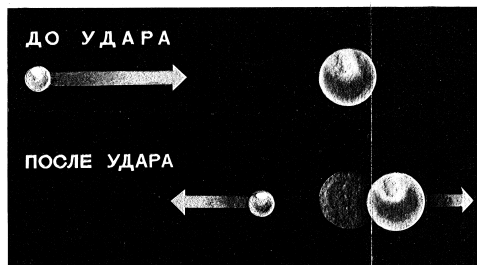
Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/12 : CIA-RDP80T00346A045400040001-1

Иллюстрация к статье в журнале «ЭНЕРГИЯ», 1981 г. № 1. Цена подписки на журнал 100 руб. в год. Цена за номер 30 руб. Цена за страницу 100 руб. Цена за иллюстрацию 100 руб.

ЗАМЕДЛЕНИЕ НЕЙТРОНОВ



Часть нейтронов поглощается ядрами урана, не вызывая их деления. Ядра урана 238 в основном поглощают нейтроны всех энергий, но особенно хорошо нейтроны определенной довольно малой (резонансной) энергии. При этом уран 238 переходит сначала в нептуний, а затем в плутоний. Ядра урана 235 хорошо делаются быстрыми нейтронами и особенно хорошо медленными. Для развития цепной реакции надо брать либо чистый уран 235, либо в случае неразделенного урана замедлить нейтроны до энергии, меньше резонансной (при этом объем делящегося вещества в обоих случаях должен быть больше критического).



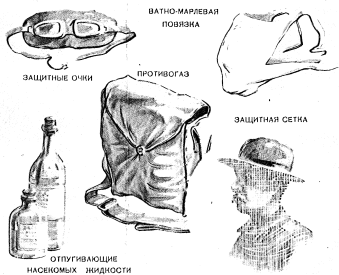
Замедлителем должно быть вещество с легкими ядрами, плохо поглощающими нейтроны. Чем легче ядро, тем значительнее при столкновении с ним уменьшается скорость нейтрона.

Природный уран представляет собою смесь в основном двух изотопов: урана 238 и урана 235.

ПРОТИБОБАКТЕРИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ



ПРЕДМЕТЫ И СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ



Индивидуальные средства защиты предохраняют дыхательные пути, слизистые оболочки глаз и кожу от заражения болезнетворными микробами и токсинами, а также защищают от укусов насекомых и клещей, являющихся переносчиками чумы, тифа, энцефалита, тулярии и других инфекционных болезней.

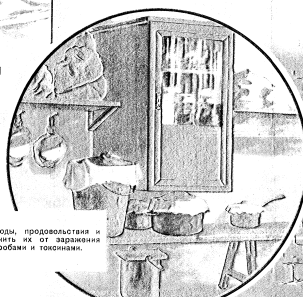
Особенно оборудованная, герметизированная рубашка надежно защищает от заражения болезнетворными микробами и токсинами.



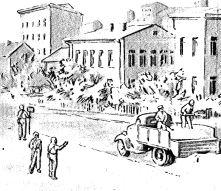
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ПРИВИВКИ ПОВЫШАЮТ НЕВОСПРИИМЧИВОСТЬ ЛЮДЕЙ К ИНФЕКЦИОННЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ

В необорудованном и противомикробном отделении больницы, а также в укрытиях люди должны находиться в защитных ватно-марлевых повязках.

Своевременная защита воды, продовольствия и фуража может предохранить их от заражения болезнетворными микробами и токсинами.



Проведение дезинфекции обеспечивает уничтожение болезнетворных микробов и токсинов на одежде, в помещениях, на местности и других предметах.



Дезинфекция улиц производится специальными машинами путем полки дезинфицирующими растворами или применением сухой хлорной извести с последующей поливкой водой.

Санитарная обработка — одно из главных мероприятий по ликвидации последствий бактериологического нападения.



СТРОГОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ВСЕХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОТИБОБАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ СОХРАНИТ ЗДОРОВЬЕ И ЖИЗНЬ МНОГИХ ЛЮДЕЙ

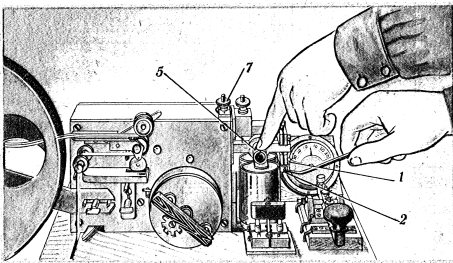
Плакаты "Аппарат Морзе" на 3 листах.

Лист 2.

РЕГУЛИРОВКА ТЕЛЕГРАФНОГО АППАРАТА

МЕХАНИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА АППАРАТА

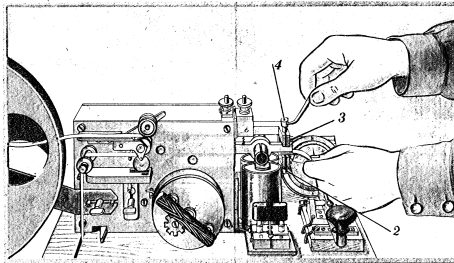
УСТАНОВКА ПИЩУЩЕГО РЫЧАГА



Последовательность установки:

1) опустить электромагнит, отвинчивая гайку 7; 2) ослабить змейкой винт 1; 3) пустить в ход часовой механизм; 4) нажать пальцем левой руки на якорь 5 и вывинчивать винт 2 до тех пор, пока на ленте не получится сплошная черта; 5) завернуть винт 1.

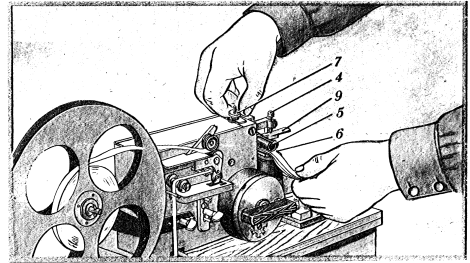
РЕГУЛИРОВКА РАЗМАХА ПИЩУЩЕГО РЫЧАГА



Последовательность регулировки:

1) ослабить змейкой винт 3; 2) сложить вчетверо телеграфную ленту и проложить её между пишущим рычагом и винтом 2; 3) заворачивать винт 4 до тех пор, пока проложенная лента не будет протаскиваться с небольшим трением; 4) завернуть винт 3.

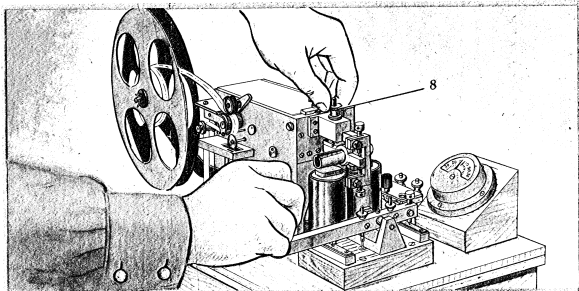
УСТАНОВКА ЭЛЕКТРОМАГНИТА



Последовательность установки:

1) между верхним упорным винтом 4 и пишущим рычагом проложить тонкую распорку 5, опустив якорь; 2) сложенную в 2-3 раза телеграфную ленту проложить между якорем 5 и полусонными надставками 6; 3) поднимать электромагнит гайкой 7 до тех пор, пока лента не будет протаскиваться с небольшим трением.

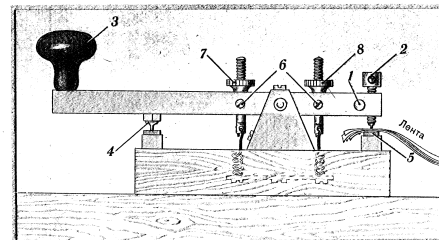
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА АППАРАТА



Последовательность регулировки:

1) подключить питание; 2) установить переключатель тока в положение "на постоянный ток"; 3) в среднее отверстие громоотвода вставить шпатель; 4) размыкая и замыкая ключом электрическую цепь и регулируя гайкой 8 натяжение спиральной пружины, добиться отчетливой работы якоря и записи знаков на ленте.

РЕГУЛИРОВКА КЛЮЧА



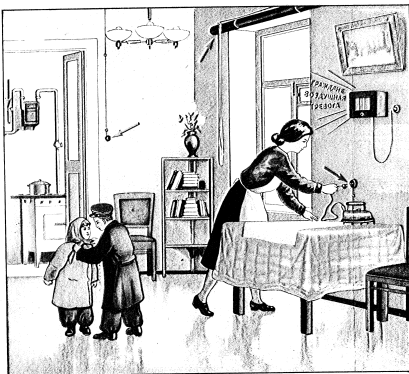
Регулировка ключа состоит из двух операций: регулировки размаха ключа и установки его по схеме рабочего или постоянного тока. Чтобы установить размах ключа, необходимо: 1) ослабить стопорный винт 1 и вывинтить контактный винт 2 на один-два оборота; 2) нажав на рукоятку 3 ключа, замкнуть передний контакт 4; 3) сложить вчетверо телеграфную ленту и проложить её между контактным винтом 2 и задней контактной пружиной 5, ввертывать контактный винт 2 до тех пор, пока лента не будет протаскиваться с трением; зажать стопорный винт 1. Чтобы установить ключ на постоянный ток, надо, несколько отвернув винты 6, завернуть гайку 7 и отвернуть гайку 8, а для установки на рабочий ток надо несколько завернуть заднюю гайку 8 и отвернуть гайку 7. После установки ключа на рабочий или постоянный ток винты 6 снова завернуть.

ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПО СИГНАЛАМ МПВО

СИГНАЛ „ВОЗДУШНАЯ ТРЕВОГА“

ТОЧНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ НАСЕЛЕНИЕМ ПРАВИЛ ПОВЕДЕНИЯ ПО СИГНАЛАМ МПВО СПОСОБУЕТ СОКРАЩЕНИЮ ПОРАЖЕНИЙ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АТОМНОГО ОРУДИЯ, ПОЭТОМУ КАЖДЫЙ ГРАЖДАНИН ДОЛЖЕН ЗНАТЬ И БЕСПРЕКОСЛОВНО ВЫПОЛНЯТЬ ЭТИ ПРАВИЛА!

Услышав сигнал „Воздушная тревога“, все граждане без промедления должны уйти из жилых помещений в отведенные для них убежища или укрытия.



Прежде чем уйти из квартиры в убежище, необходимо: выключить все нагревательные приборы и освещение, перекрыть газовую сеть, опустить светозащитные шторы;



потушить топящуюся печь;



взять противогазы и другие средства индивидуальной противохимической защиты для себя и детей;



взять заранее приготовленный запас продуктов питания и питьевой воды;



предупредить о воздушной тревоге соседей.

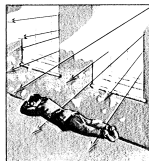


Услышав сигнал на улице, следует немедленно укрыться в ближайшем убежище или других местах по указанию постов охраны порядка.

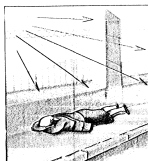
КАК ВЕСТИ СЕБЯ ПРИ АТОМНОМ ВЗРЫВЕ



Если сигнал застал вас в магазине, кино, театре или в других общественных местах, следует, не создавая паники, покинуть эти общественные места и направиться по указанию администрации в ближайшее убежище или укрытие.



В КОМНАТЕ



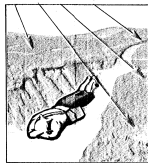
НА УЛИЦЕ



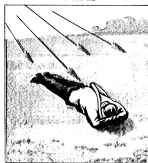
В ПАРКЕ



У ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ



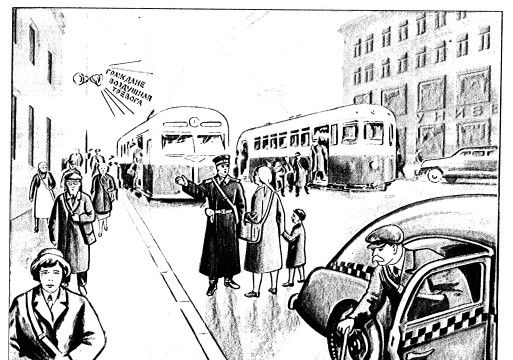
В ОРАХ



НА ОТКРЫТОЙ МЕСТНОСТИ

Если атомный взрыв застал вас в комнате, надо немедленно лечь на пол у простенка лицом вниз, чтобы избежать поражения световым излучением и ударной волной или пореза осколками разбитых стекол.

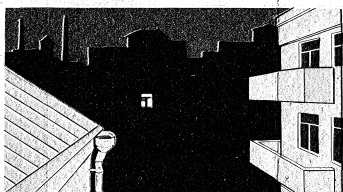
Если атомный взрыв застал вас на улице, в поле или на других участках открытой местности, необходимо немедленно лечь за любым искусственным или естественным укрытием. При отсутствии вблизи никак-либо укрытия следует немедленно лечь на том месте, где стоите, лицом вниз, ногами в сторону взрыва.



При выходе из трамвая, троллейбуса или автомобиля, прервавших движение по сигналу „Воздушная тревога“, необходимо узнать у постового милиционера или дворника, где находится ближайшее убежище (укрытие), и быстро укрыться в нем.

СВЕТОМАСКИРОВКА ЖИЛОГО ДОМА

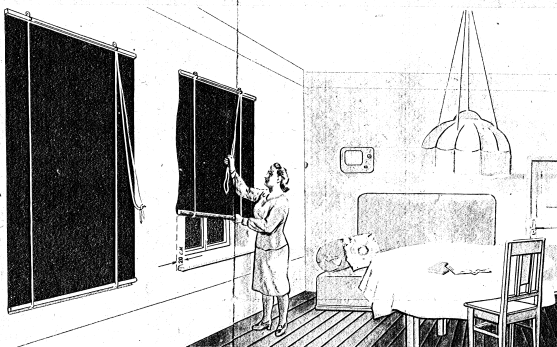
СВЕТОМАСКИРОВКА ЗАТРУДНЯЕТ ОБНАРУЖЕНИЕ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА
В НОЧНОЕ ВРЕМЯ



Свет, проникающий через окно комнаты, виден в ночное время на расстоянии до 10 км.



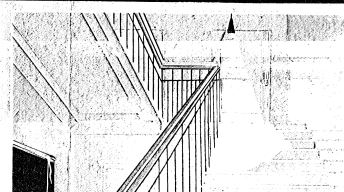
Правильность светомаскировки проверяется группой самозащиты и работниками службы охраны порядка и безопасности.



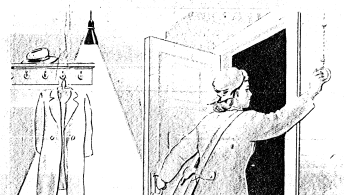
В ванной, на кухне, в комнате и коридоре жители затемняют все окна шторами, ставнями, щитами. Для изготовления бумажных штор применяется специальная светонепроницаемая бумага.

Светомаскировка осуществляется при введении «угрожаемого положения». Ответственность за своевременное проведение светомаскировки зданий несут жильцы и управляющий или командант здания.

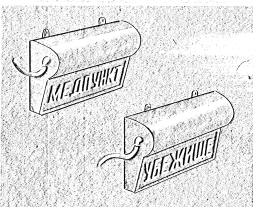
Светомаскировка жилого дома производится самими жителями путем затемнения световых проемов, маскировки световых точек и уменьшения их количества.



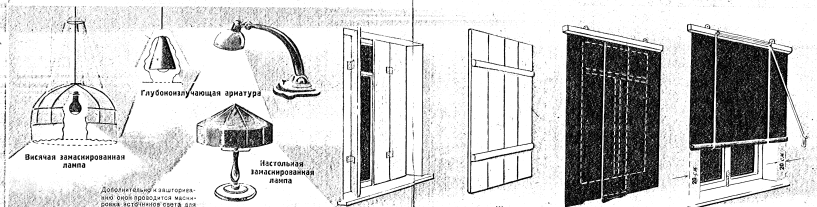
На лестничных клетках лишние лампы вывешиваются, а оставшиеся заменяются лампами малой мощности (0—15 ватт); устанавливается глубоководная арматура; окна лестничных клеток зашториваются.



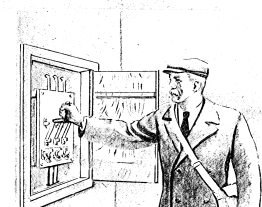
Уходя из дому, следует выключить свет.



Входы в сооружения МПВО (убежища, медицинские пункты и т. п.) обозначаются специальными световыми указателями.



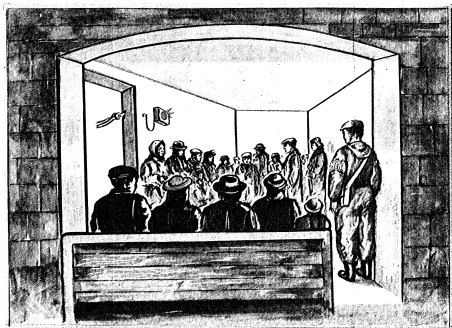
СРЕДСТВА СВЕТОМАСКИРОВКИ ЖИЛОГО ДОМА



Во время воздушной тревоги при нарушении правил светомаскировки свет выключается в доме рубильником на входе.

ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЗАРАЖЕННОМ РАЙОНЕ

В зараженном районе отравляющие и радиоактивные вещества, болезнетворные микробы и токсины, находящиеся в воздухе, на территории, сооружениях, транспорте, в воде и незащищенных продуктах, представляют для людей большую опасность. Поэтому при нахождении в зараженном районе необходимо строго соблюдать установленные правила поведения и меры предосторожности.



После нападения противника выходить из неповрежденного убежища нельзя до получения распоряжения от команданта убежища.



Если убежище повреждено и дальнейшее пребывание в нем опасно, нужно по указанию команданта надеть имеющиеся средства защиты и организованно выйти из него через основной или аварийный выход.



Проходить через зараженную территорию можно только по обозначенным проходам.

ПРИ НАХОЖДЕНИИ В ЗАРАЖЕННОМ РАЙОНЕ

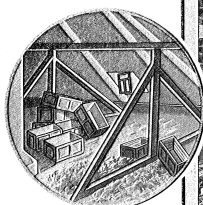


НЕСОБЛЮЖДЕНИЕ ЭТИХ ТРЕБОВАНИЙ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПОРАЖЕНИЮ

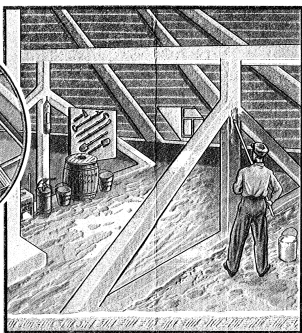
ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА ДОМА

Предупредительные противопожарные мероприятия уменьшают возможность загораний, препятствуют распространению огня и облегчают борьбу с пожарами.

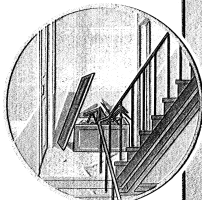
ПРОФИЛАКТИКА



Захламленность чердака создает благоприятные условия для распространения пожара и препятствует тушению его.



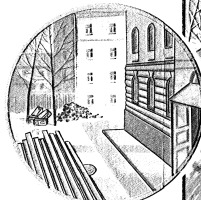
Чердачные помещения очищаются от сгораемых предметов и материалов. На чердачном перекрытии насыпается ровный слой песка, земли или шлака. Деревянные конструкции обрабатываются специальными огнезащитными составами. Чердаки обеспечиваются средствами тушения пожара.



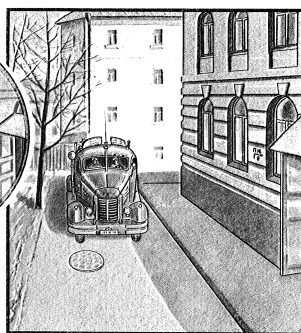
Загроможденные лестничные клетки мешают выходу населения из квартир, выносу вещей и работе пожарных команд во время пожара.



С лестничных клеток убираются громоздкие предметы (мебель, дрова), на лестничных клетках размещается противопожарный инвентарь (огнетушители и др.)

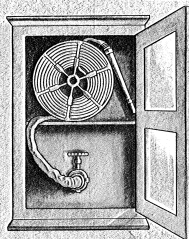


Захламленность дворов и проездов затрудняет действия пожарных команд и создает возможность возникновения и распространения пожара.

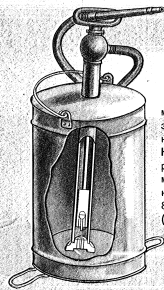


Дворы очищаются от сгораемых и громоздких материалов. Подступы к зданиям и проезды должны быть свободными.

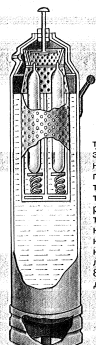
СРЕДСТВА ТУШЕНИЯ ПОЖАРА



Пожарные краны могут быть установлены на лестничных клетках, внутри служебных помещений, в подвалах. Пожарные рукава со стволами должны находиться постоянно примкнутыми к кранам и помещаться в специальных шкафах.



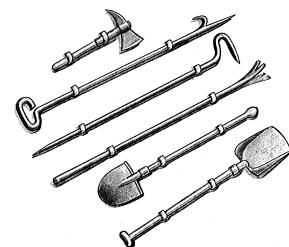
Гидропульт-ведро применяется при тушении зажигательных бомб и начинающихся загораний. Количество воды в ведре (15—20 л) при нормальной работе хватает на 1½ мин. Длина струи—8—10 м. Вес гидропульты (без воды)—7,5 кг.



Химические огнетушители служат для тушения зажигательных бомб и начинающихся загораний; густопенные огнетушители могут применяться также для тушения горючих жидкостей. Огнетушители размещаются на чердаках, лестничных клетках, внутри помещений. Емкость огнетушителя—9,5 л. Длина струи—8 м. Продолжительность действия—1½ мин.

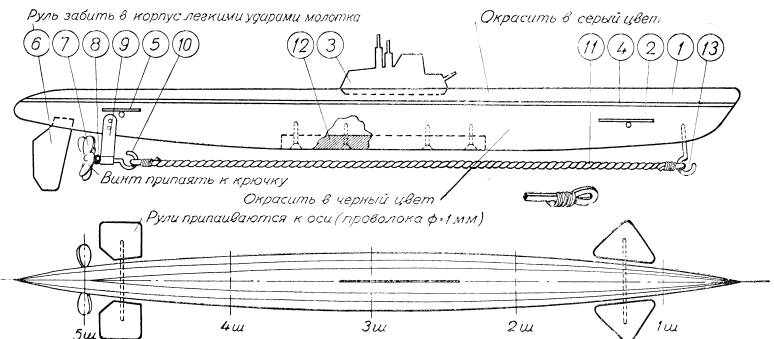


Для тушения пожаров применяются: вода, песок, огнегасительная пена и пожарный инвентарь (топоры, багры, лопаты и др.)





МОДЕЛЬ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ



ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ КОРПУСА

ОПЕРАЦИИ, инструмент для операций

1. Разметка корпуса (вид сбоку)

Идеал для наклеивания с чертежа, линейка, угольник, циркуль, карандаш

2. Обработка бока

Пож, разглаживание

3. Разметка корпуса и палубы (вид сверху)

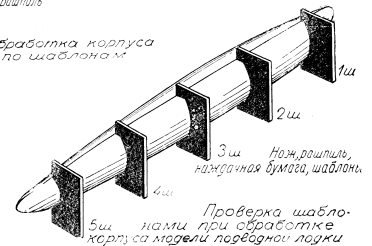
Идеал для наклеивания с чертежа, линейка, угольник, циркуль, карандаш

5. Обработка корпуса по шаблонам

Пож, разглаживание

4. Обработка корпуса и палубы

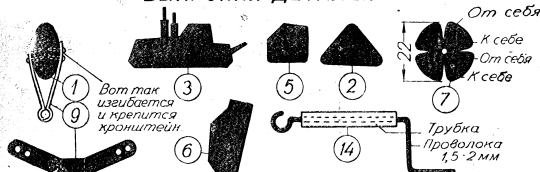
Пож, разглаживание



ШАБЛОНЫ



ВЫКРОЙКИ ДЕТАЛЕЙ



Все выкройки этих деталей перекалать на картон, вырезать и использовать как шаблоны для разметки на жести

СПЕЦИФИКАЦИЯ

№	Наименование	Кол-во	Материал (разм в мм)
1	Корпус	1	Дерево 280×25×21
2	Посовые горизонтальные рули	2	Жест 0,5
3	Рубка	1	Жест 0,5
4	Ватерлиния	1	Нарисовать
5	Кормовые горизонтальные рули	2	Жест 0,5
6	Вертикальный руль	1	Жест 0,5
7	Гребной винт	1	Жест 0,5
8	Бусинка	1	
9	Кормовой кронштейн	1	Жест 0,5
10	Кормовой крючок	1	Проволока ф. 1
11	Резиномотор	1	Резина 1×4
12	Балласт	1	Свинцов 80×5×5
13	Посовой крючок	1	Проволока ф. 1
14	Задняя ручка	1	Трубка, пробалона

Подводными лодками называются военные корабли, плавающие не только на поверхности воды, но и под водой, на глубине до нескольких десятков метров. В подводном положении лодка движется при помощи электромоторов, работающих от аккумуляторов. Для надводного хода и зарядки аккумуляторов установлены дизели. Лодка управляется вертикальными и горизонтальными рулями. Для погружения лодки заднюю воду выпускают в специальные цистерны. Для всплытия на поверхность воду из балластных цистерн вытесняют сжатым воздухом.

Предлагаемая модель, снабженная резиномотором, при движении под действием горизонтальных

ных рулей погружается, проходит под водой 10—15 м, а затем всплывает.

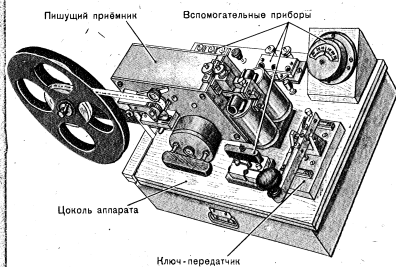
Корпус модели выстругивают из бруска сухого дерева легкой породы (сосна, ель, осина, липа) размером 280×25×21 мм. Последовательность обработки корпуса и сборки модели показаны на чертеже.

Резиномотор делают из резиновой ленты толщиной 1 мм и шириной 4 мм. Длина резиновой ленты должна быть равна длине модели. Балласт подбирают из металлической пластины (лучше свинцовой), которую сначала подвешивают к модели. Вес балласта подбирают так, чтобы

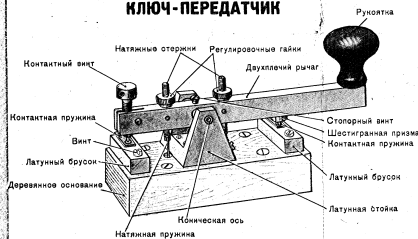
лодка погружалась в воду до палубы; затем балласт врезают в корпус и прибивают гвоздями, как это показано на чертеже. Окончательно модель окрашивают после укрепления балласта. Чтобы запустить модель, один конец резинового мотора надо снять с крючка и растянуть резину на полторы ее длины. Растянутую резину закручивают до тех пор, пока она по всей длине не покроется «колесиками» (350—400 оборотов). Затем надевают резину на крючок и слегка наклоняют переднюю кромку носовых горизонтальных рулей (кормовые ставят горизонтально). Запускают модель на воде. Лучшее всего резиномотор закручивать дрейлой или специальной ручонкой из проволоки.

ТЕЛЕГРАФНЫЙ АППАРАТ

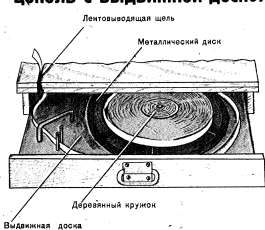
ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ АППАРАТА



КЛЮЧ-ПЕРЕДАТЧИК



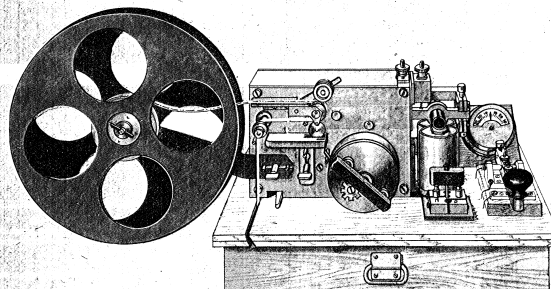
ЦОКОЛЬ С ВЫДВИЖНОЙ ДОСКОЙ



Танково-технические данные аппарата

Телеграфная связь осуществляется по постоянным, шестовым и кабельным линиям. Дальность связи: по постоянным линиям до 800 км, по шестовым линиям до 150 км, по кабельным линиям до 75 км. Средний обмен 400 слов в час. Вес аппарата с ящиком около 23 кг. Аппарат обслуживается одним телеграфистом. Скорость установки аппарата 5—10 минут. Величина тона в цепи 10—15 мв.

ОБЩИЙ ВИД АППАРАТА



ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

МИЛЛИАМПЕРМЕТР



ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ТОНА



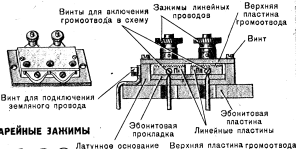
БАТАРЕЙНЫЕ ЗАЖИМЫ



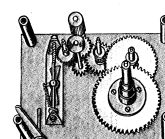
ОБЪЕКТОВОЕ ОСНОВАНИЕ



ГРОМОУСТРОЙСТВО



ЧАСОВОЙ МЕХАНИЗМ



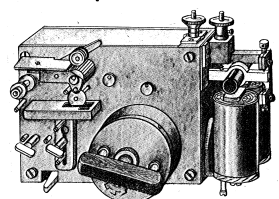
ЛЕНТОПРЯЖАЮЩАЯ ПОЛОЧКА



ВЕТРЯНКА

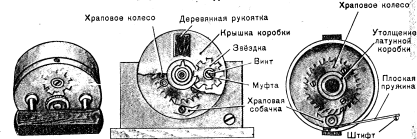


ПИШУЩИЙ ПРИЕМНИК

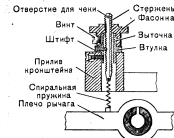


ЧАСТИ ПИШУЩЕГО ПРИЕМНИКА

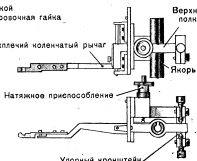
ПРУЖИННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ



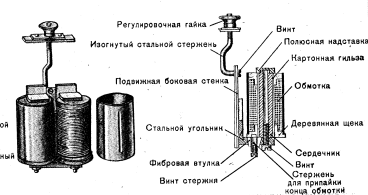
НАТЯЖНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ



ПИШУЩИЙ РЫЧАГ



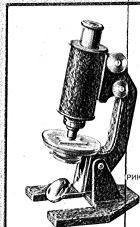
НАТУШКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТА



БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ

Бактериологическое оружие является средством массового поражения. Основу его поражающего действия составляют болезнетворные микробы и токсины, предназначенные для преднамеренного поражения людей, животных и растений. Признаки применения бактериологического оружия:

- глухой звук взрыва и отсутствие в районе взрыва БРВ и ОВ;
- пролет самолета и появление над землей дыма или тумана;
- наличие капель жидкости и следов порошкообразных веществ на почве и окружающих предметах;
- обнаружение на местности значительного количества насекомых, клещей, грызунов и различных предметов, необычных для данной местности;
- заболевание и падеж животных.



БАКТЕРИИ ЧУМЫ

ХОЛЕРНЫЙ ВИБРИОН

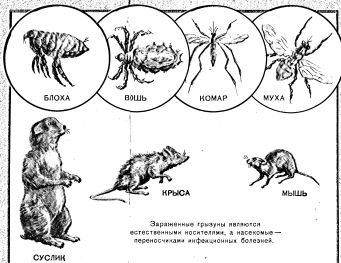
МИКРОТОКИНЫ СЫПНОГО ТИФА

БАКТЕРИИ ТУЛЗРЕМИИ

Микробы — мельчайшие живые организмы; их можно увидеть только в микроскоп



Для применения болезнетворных микробов и токсинов противник может использовать воздушные бомбы и управляемые ракеты с дальнего действия. Для применения паразитных насекомых, клещей и грызунов — биологические бомбы, ракеты, гранаты и мины. Для диверсионных методов распространения болезнетворных микробов и токсинов, паразитных насекомых и клещей противник может использовать вертолеты и парашютные разбрасывающие приборы.



Зараженные грызуны являются естественными переносчиками, а насекомые — переносчиками инфекционных болезней.



Инфекционный больной выделяет большое количество микробов и может являться источником заражения здоровых людей.



Определение вида болезнетворных микробов и подтверждение правильности диагноза инфекционного заболевания производится в лаборатории медицинской службы МВФ.

Противник может применять бактериологическое оружие различными способами в любое время года и суток:

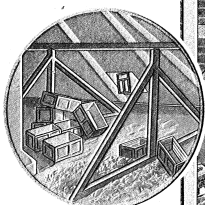
- сбрасывать с самолетов или воздушных шаров бомбы, начиненные болезнетворными микробами и токсинами, а также различные емкости с зараженными насекомыми, клещами и грызунами;
- сбрасывать зараженных насекомых и клещей с самолета при помощи аппаратов.

Диверсионным путем противник может заражать воду, продовольствие, фураж, а также места постоянного скопления людей (вокзалы, кинотеатры и т. п.).

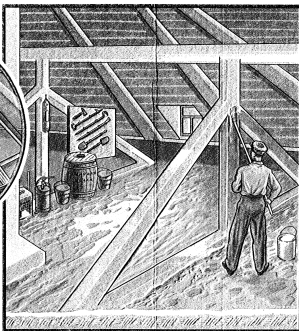
ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА ДОМА

Предупредительные противопожарные мероприятия уменьшают возможность загораний, препятствуют распространению огня и облегчают борьбу с пожарами.

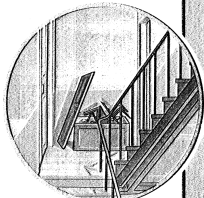
ПРОФИЛАКТИКА



Захламленность чердака создает благоприятные условия для распространения пожара и препятствует тушению его.



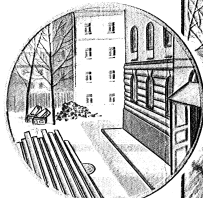
Чердачные помещения очищаются от сгораемых предметов и материалов. На чердачное перекрытие насыпается ровный слой песка, земли или шлака. Деревянные конструкции обрабатываются специальными огнезащитными составами. Чердаки обеспечиваются средствами тушения пожара.



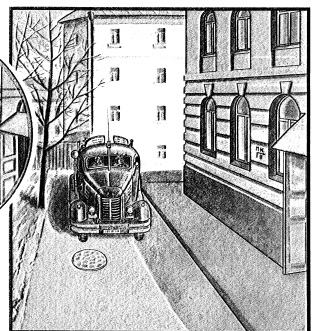
Загроможденные лестничные клетки мешают выходу населения из квартир, выносу вещей и работе пожарных команд во время пожара.



С лестничных клеток убираются громоздкие предметы (мебель, дрова), на лестничных клетках размещается противопожарный инвентарь (огнетушители и др.).

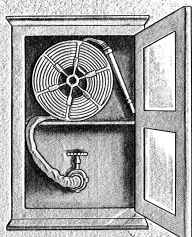


Захламленность дворов и проездов затрудняет действия пожарных команд и создает возможность возникновения и распространения пожара.

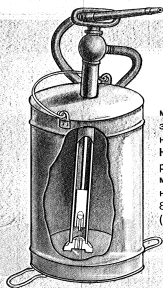


Дворы очищаются от сгораемых и громоздких материалов. Подступы к зданиям и проезды должны быть свободными.

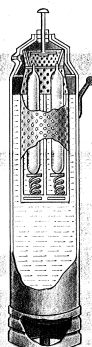
СРЕДСТВА ТУШЕНИЯ ПОЖАРА



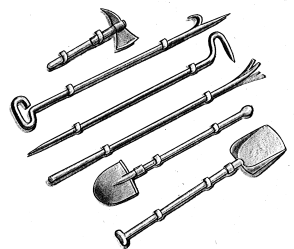
Пожарные краны могут быть установлены на лестничных клетках, внутри служебных помещений, в подвалах. Пожарные рукава со стволами должны находиться постоянно примкнутыми к кранам и помещаться в специальных шкафах.



Гидропульт-ведро применяется при тушении зажигательных бомб и начинающихся загораний. Количество воды в ведре (15—20 л) при нормальной работе хватает на 1½ мин. Длина струи—8—10 м. Вес гидропульты (без воды)—7,5 кг.



Химические огнетушители служат для тушения зажигательных бомб и начинающихся загораний; густые огнетушители могут применяться также для тушения горючих жидкостей. Огнетушители размещаются на чердаках, лестничных клетках, внутри помещений. Емкость огнетушителя—9,5 л. Длина струи—8 м. Продолжительность действия—1½ мин.



Для тушения пожаров применяются: вода, песок, огнегасительная пена и пожарный инвентарь (топоры, багры, лопаты и др.)

ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ БОМБЫ И СПОСОБЫ ИХ ТУШЕНИЯ

АМЕРИКАНСКАЯ ЭЛЕКТРОННО-ТЕРМИТНАЯ ЗАЖИГАТЕЛЬНАЯ АВИАБОМБА

- 1—корпус
- 2—взрыватель
- 3—напсюль-воспламенитель
- 4—термит
- 5—стабилизатор

Общий вес бомбы 1,7 кг. Время горения 10-15 мин. Температура горения 2500-3000°. Горит электрон ослепительным голубовато-белым пламенем.

АМЕРИКАНСКАЯ НАПАЛМОВАЯ ЗАЖИГАТЕЛЬНАЯ АВИАБОМБА

АМЕРИКАНСКАЯ ПИРОГЕЛОВАЯ ЗАЖИГАТЕЛЬНАЯ АВИАБОМБА

- 1—шестигранный корпус стальной
 - 2—отверстие для взрывателя
 - 3—стабилизатор ленточный
 - 4—дифракция металлическая
 - 5—напалм
- Общий вес бомбы 2,8 кг. Вес напалмового заряда 1 кг. Температура горения 800-1000°. Время горения 4-5 мин. Напалм под действием выходящего заряда выбрасывается и воспламеняется.

- 1—стабилизатор
 - 2—донная крышка
 - 3—ствани
 - 4—труба (тяги)
 - 5—стабилизатора
 - 6—пирогель
 - 7—корпус
 - 8—запальный стальной
 - 9—головная крышка
 - 10—головная крышка
- Корпус бомбы—стальной шестигранный, с цилиндрическим стабилизатором. На расстоянии 170 мм от головной части нанесен флюгеловый корпус, наполненный 12 мм. Вес бомбы 3,8 кг. Вес зажигательного состава: пирогель 1150 г, белого фосфора 170 г. Время горения 4-5 мин.

СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ ЗАЖИГАТЕЛЬНЫХ АВИАБОМБ

Обрасывание бомб с крыши с помощью лопаты или непосредственно руками в рундвизах.
Тушение огнетушителем.
Тушение в ящике с песком и землей.
Тушение горящих ступен напалма или пирогеля на поверхности здания путем их соскребаания лопатой и погашением сильной струей воды.
Тушение бомб может производиться также в бочке с водой.



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ТЕЛЕГРАФНОГО АППАРАТА

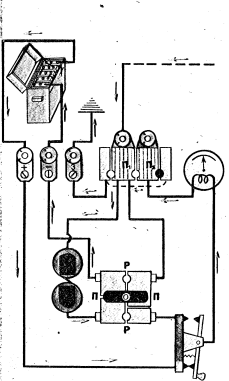


Схема станции на постоянном токе с подключаемым питанием

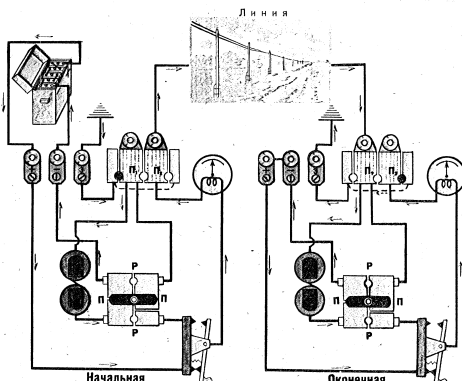


Схема двух станций на постоянном токе (питание подается с начальной станции)

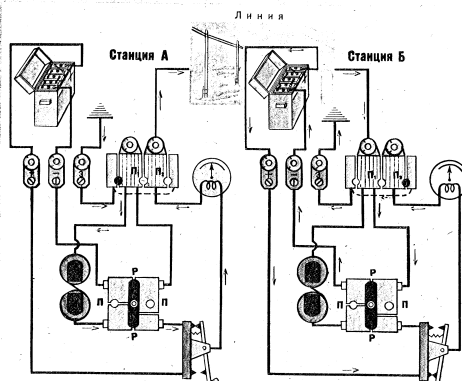


Схема двух станций на рабочем токе (передает станция Б)

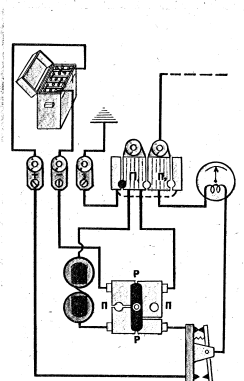
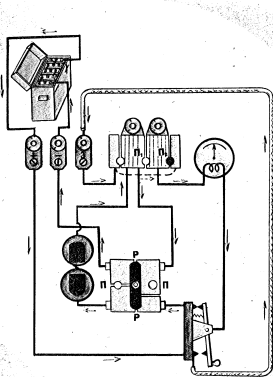


Схема станции на рабочем токе



Полная проверка схемы телеграфного аппарата

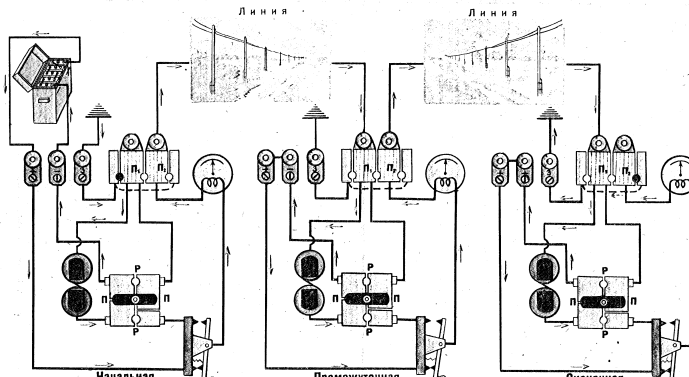
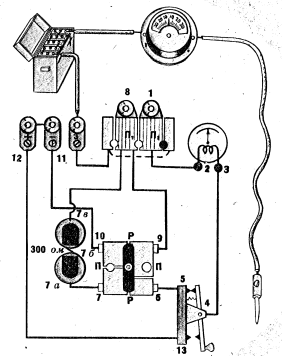


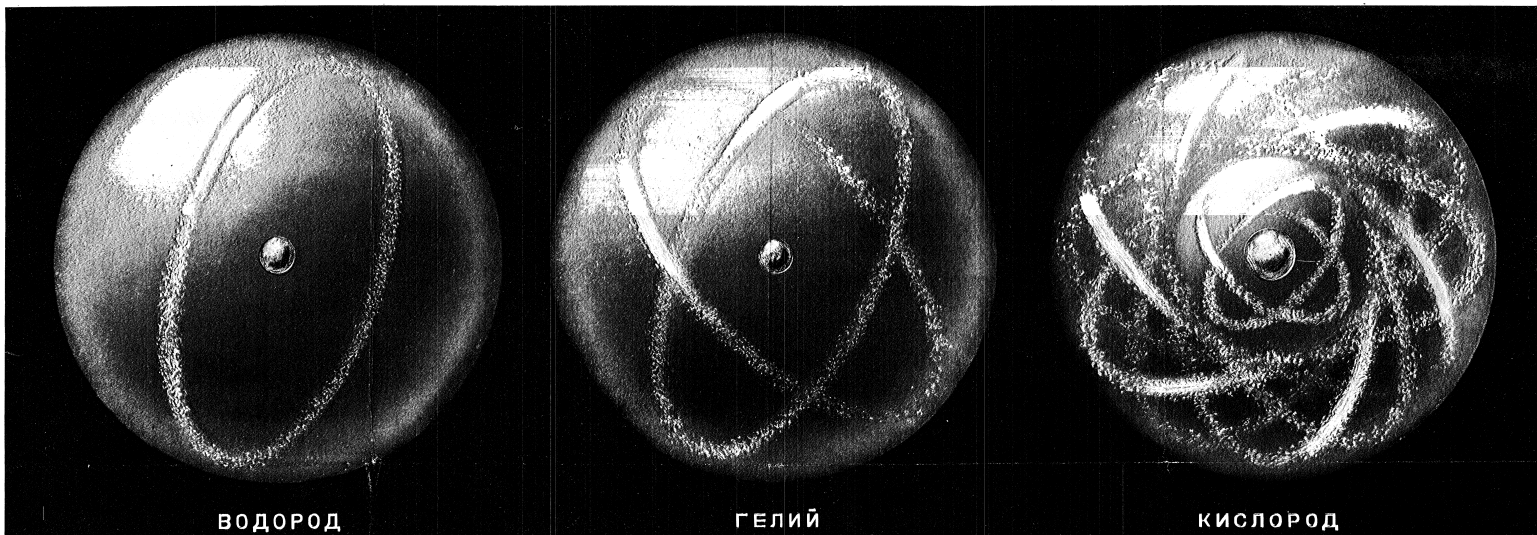
Схема трёх станций на постоянном токе (питание подается с начальной станции)



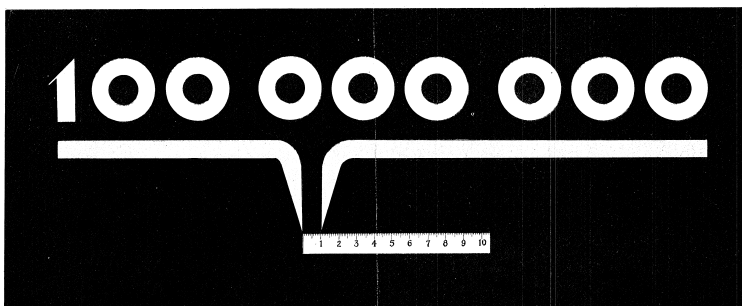
Проверка схемы телеграфного аппарата по точкам (с 1 по 13)

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/12 : CIA-RDP80T00046A045400040001-1

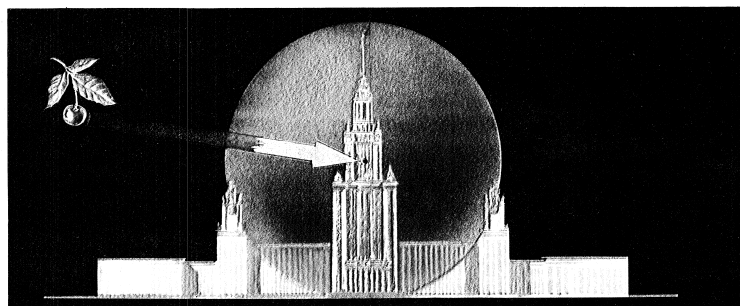
СТРОЕНИЕ АТОМА



В центре атома находится положительно заряженное ядро, вокруг которого движутся электроны — частицы, имеющие отрицательный электрический заряд.

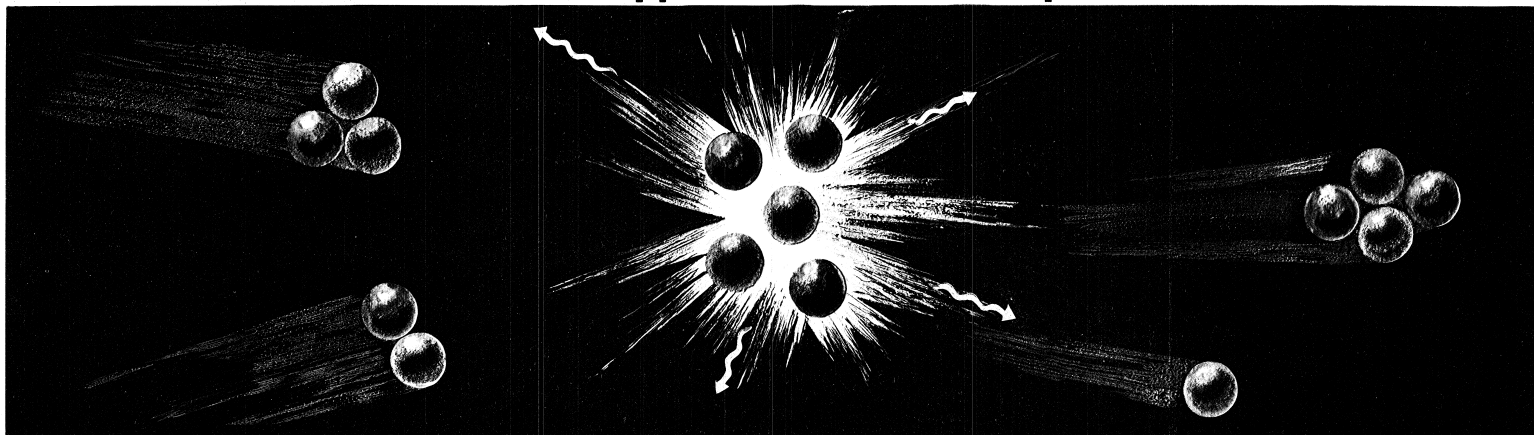


Размеры атома так малы, что на отрезке длиной в 1 сантиметр можно уложить примерно 100 000 000 атомов.



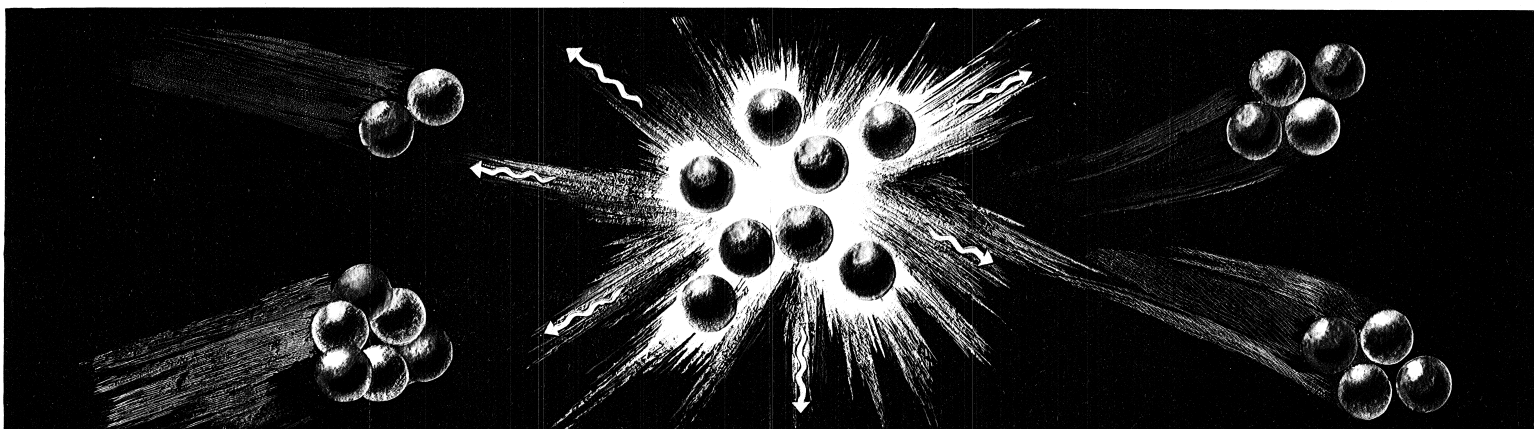
Размеры ядра в десятки тысяч раз меньше размеров атома. Если представить себе ядро величиной с вишню, то диаметр атома составит несколько сот метров.

ТЕРМОЯДЕРНАЯ РЕАКЦИЯ



Соединение лёгких ядер сопровождается выделением огромного количества энергии. Такая реакция происходит при температурах в десятки миллионов градусов; при этом ядра получают энергию, достаточную для того, чтобы, преодолев силы электростатического отталкивания, сблизиться и соединиться.

Верхний рисунок: соединение ядра дейтерия и трития с образованием нейтрона и ядра гелия; нижний рисунок: соединение ядра дейтерия и лития с образованием двух ядер гелия.



Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/12 : CIA-RDP80T00248A045400240001-1

